



## **TUGAS AKHIR – TI 141501**

### **MINIMASI WASTE (PEMBOROSAN) PADA PROSES PRODUKSI PUPUK ORGANIK (PETROGANIK) DI PT PETROKIMIA GRESIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING***

INDAH PURNASARI  
NRP 2512 100 005

Dosen Pembimbing  
H. Hari Supriyanto, Ir., MSIE  
NIP : 196002231985031002

Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



**FINAL PROJECT – TI 141501**

**WASTE MINIMIZATION IN THE PRODUCTION PROCESS  
OF ORGANIC FERTILIZER (PETROGANIK) AT  
PT PETROKIMIA GRESIK USING LEAN  
MANUFACTURING APPROACH**

INDAH PURNASARI  
NRP 2512 100 005

Supervisor  
H. Hari Supriyanto, Ir., MSIE  
NIP : 196002231985031002

Department Of Industrial Engineering  
Faculty Of Industrial Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**MINIMASI *WASTE* (PEMBOROSAN) PADA PROSES**  
**PRODUKSI PUPUK ORGANIK (PETROGANIK) DI PT**  
**PETROKIMIA GRESIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN**  
***LEAN MANUFACTURING***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Oleh :  
**INDAH PURNASARI**  
NRP 2512 100 005

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :



**H. Hari Supriyanto, Ir., MSIE**  
**NIP : 196002231985031002**





# **MINIMASI WASTE (PEMBOROSAN) PADA PROSES PRODUKSI PUPUK ORGANIK (PETROGANIK) DI PT PETROKIMIA GRESIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING***

Nama : Indah Purnasari  
NRP : 2512100005  
Jurusan : Teknik Industri  
Pembimbing : H. Hari Supriyanto Ir., MSIE.

## **ABSTRAK**

Petroganik merupakan salah satu jenis pupuk organik yang dihasilkan oleh PT Petrokimia Gresik dengan bahan baku utama kotoran hewan. Berdasarkan data dari Kementerian Pertanian, permintaan petroganik diproyeksikan meningkat sebesar 12% hingga tahun 2025. Tahun 2015, PT Petrokimia Gresik mendapatkan target produksi petroganik sebesar 766.600 ton dengan hasil produksi 740.073 ton. Hasil ini didapatkan dari rekapitulasi data oleh 139 mitra yang memproduksi petroganik PT Petrokimia Gresik, salah satunya milik PT Petrokimia Gresik. Tahun 2015, pabrik petroganik milik PT Petrokimia Gresik mendapatkan alokasi sebesar 2150 ton dengan realiasi produksi 1650,6 ton. Hal ini dikarenakan kapasitas mesin pabrik belum mampu memenuhi produksi sesuai target yang ditentukan. Dari data historis perusahaan dan pengamatan langsung di lapangan menunjukkan adanya beberapa *waste* di rantai produksi. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian menggunakan metode *lean manufacturing* agar dapat mereduksi *waste* di produksi petroganik. Penelitian dimulai dengan menganalisis proses sepanjang *value stream* menggunakan pendekatan *big picture mapping*. Kemudian dilakukan identifikasi aktivitas *value added*, *non value added*, dan *necessary but non value added*. Hasil tersebut berturut – turut adalah 29%, 34%, dan 37%. *Waste* kritis yang terjadi di produksi petroganik adalah *waiting*, *defect*, dan inventori. Setelah identifikasi *waste*, langkah selanjutnya adalah pembuatan RCA dan FMEA untuk mengetahui *root cause* penyebab *waste* dan alternatif perbaikan. Pemilihan alternatif terbaik dilakukan dengan mempertimbangkan performansi dan *cost* menggunakan metode *value engineering*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa alternatif terbaik adalah peningkatan kinerja operator melalui pembuatan *form* hasil kerja operator, *form* kesesuaian pekerjaan operator dengan SOP, dan *form* aktivitas *cleaning* di rantai produksi.

**Kata Kunci :** *Big Picture Mapping (BPM), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Lean Manufacturing, Root Cause Analysis (RCA)*

**(halaman ini sengaja dikosongkan)**

# **WASTE MINIMIZATION IN THE PRODUCTION PROCESS OF ORGANIC FERTILIZER (PETROGANIK) AT PT PETROKIMIA GRESIK USING LEAN MANUFACTURING APPROACH**

Name : Indah Purnasari  
NRP : 2512100005  
Department : Industrial Engineering  
Supervisor : H. Hari Supriyanto Ir., MSIE.

## **ABSTRACT**

*Petroganik is one type of organic fertilizers that is produced by PT Petrokimia Gresik with the main raw is dung. Based on data from the Ministry of Agriculture, the demand is projected to increase by 12% in 2025. In 2015, PT PKG allocates petroganik production of 766 600 tonnes to 740 073 tonnes. These results were obtained from data summary by 139 partners who produce petroganik, one of them is belonging to PT PKG. In 2015, the factory owned by PT PKG petroganik get an allocation of 2150 tonnes but only 1650.6 tonnes of production which can release. This condition as the results of plant capacity machinery has been unable to handle the production target. From the historical data and the company's direct observation reveal a number of waste on the production floor. Hence, the author conducted lean manufacturing research in order to reduce waste in petroganik production. The research commenced by analyzing the process along the value stream using big picture mapping. After that, value added, non-value added and necessary but non-value added activity will be identified. The results respectively are 29%, 34%, and 37%. Critical waste occurring in the petroganik production is waiting, defect, and inventory. The next step is making RCA and FMEA to determine the root cause of waste and alternative of improvement will be defined. The best alternative will be defined by considering it performance and cost, using value engineering method. The best alternative is too increase operator performance through creation operator performance form, performance suitability form with SOP and cleaning activity on the production floor form.*

**Keywords : Big Picture Mapping (BPM), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Lean Manufacturing, Root Cause Analysis (RCA)**

**(halaman ini sengaja dikosongkan)**

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Perumusan Masalah.....	8
1.3    Tujuan Penelitian.....	8
1.4    Manfaat Penelitian.....	9
1.5    Ruang Lingkup Penelitian .....	9
1.5.1    Batasan .....	9
1.5.2    Asumsi .....	10
1.6    Sistematika Penulisan.....	10
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	13
2.1    Konsep <i>Lean</i> .....	13
2.2    DMAIC dan <i>Tools</i> .....	14
2.2.1. <i>Define</i> .....	14
2.2.2. <i>Measure</i> .....	22
2.2.3. <i>Analyze</i> .....	24
2.2.4. <i>Improve</i> .....	28
2.2.5. <i>Control</i> .....	31
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1    Tahap Pendahuluan .....	33
3.1.1    Identifikasi Permasalahan .....	34
3.1.2    Perumusan Masalah .....	34
3.1.3    Penentuan Tujuan.....	34
3.1.4    Tahap Studi Lapangan.....	34



3.1.5	Tahap Studi Literatur .....	35
3.2	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	35
3.2.1	<i>Define</i> .....	36
3.2.2	<i>Measure</i> .....	37
3.3	Tahap Analisis dan Perbaikan.....	37
3.3.1	<i>Analyze</i> .....	37
3.3.2	<i>Improve</i> .....	38
3.4	Tahap Kesimpulan dan Saran .....	39
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		41
4.1	<i>Define</i> .....	41
4.1.1.	Gambaran Umum Perusahaan .....	41
4.1.2.	Identifikasi Diagram SIPOC.....	51
4.1.3.	<i>Big Picture Mapping</i> .....	58
4.1.4.	Identifikasi Aktivitas pada Proses Produksi .....	64
4.1.5.	Identifikasi Pemborosan ( <i>Waste</i> ).....	73
4.2	<i>Measure</i> .....	84
4.2.1.	Identifikasi Kerugian dari Segi Finansial .....	84
4.2.2.	Penentuan <i>Waste</i> Kritis.....	90
BAB 5 ANALISA DAN PERBAIKAN .....		91
5.1	<i>Analyze</i> .....	91
5.1.1	Identifikasi <i>Root Cause Analysis</i> .....	91
5.1.2	Identifikasi <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> .....	98
5.2	<i>Improvement</i> .....	115
5.2.1	Usulan Alternatif Perbaikan .....	115
5.2.2	Pemilihan Alternatif Perbaikan .....	120
5.2.3	Target Hasil Perbaikan .....	128
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....		131
6.1	Kesimpulan .....	131
6.2	Saran .....	132
DAFTAR PUSTAKA.....		133
LAMPIRAN .....		135

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Total Estimasi Kerugian Produk <i>Oversize</i> dan <i>Undersize</i> .....	4
Tabel 1. 2 Perbandingan Hasil Produksi dengan Lamanya Waktu <i>Maintenance</i> ...	5
Tabel 1. 3 Kerusakan Persediaan Produk Jadi dan Bahan Baku.....	7
Tabel 2. 1 Peningkatan Sigma.....	23
Tabel 2. 2 Skala <i>Severity</i> FMEA.....	26
Tabel 2. 3 <i>Rating</i> Nilai <i>Occurance</i> FMEA .....	27
Tabel 2. 4 <i>Rating</i> Nilai <i>Detection</i> .....	27
Tabel 2. 5 <i>Rating</i> Nilai <i>Detection</i> (Lanjutan) .....	28
Tabel 2. 6 Skala Penilaian AHP .....	31
Tabel 4. 1 Diagram SIPOC Produksi Petroganik.....	53
Tabel 4. 2 Diagram SIPOC Produksi Petroganik (Lanjutan).....	54
Tabel 4. 3 Diagram SIPOC Produksi Petroganik (Lanjutan).....	55
Tabel 4. 4 Diagram SIPOC Produksi Petroganik (Lanjutan).....	56
Tabel 4. 5 Diagram SIPOC Produksi Petroganik (Lanjutan).....	57
Tabel 4. 6 Aktivitas Proses Produksi sesuai SOP .....	64
Tabel 4. 7 Aktivitas Proses Produksi sesuai SOP (Lanjutan) .....	65
Tabel 4. 8 Klasifikasi Aktivitas Proses <i>Crushing</i> .....	66
Tabel 4. 9 Klasifikasi Aktivitas Proses <i>Mixing</i> .....	67
Tabel 4. 10 Klasifikasi Aktivitas Proses Pembentukan Granul .....	68
Tabel 4. 11 Klasifikasi Aktivitas Proses Pengeringan .....	69
Tabel 4. 12 Klasifikasi Aktivitas Proses Pendinginan .....	70
Tabel 4. 13 Klasifikasi Aktivitas Proses Penyaringan .....	71
Tabel 4. 14 Klasifikasi Aktivitas Proses Pengemasan .....	72
Tabel 4. 15 Jumlah <i>Defect Oversize</i> dan <i>Undersize</i> Petroganik .....	77
Tabel 4. 16 Permintaan dan Realisasi Produksi Petroganik.....	78
Tabel 4. 17 Aktivitas <i>Maintenance</i> Mesin .....	79
Tabel 4. 18 Waktu <i>Maintenance</i> Mesin .....	79
Tabel 4. 19 Persediaan Produk Jadi Petroganik .....	81
Tabel 4. 20 Persediaan Bahan Baku Petroganik .....	82
Tabel 4. 21 Inventori <i>Waste</i> Petroganik.....	83

Tabel 4. 22 Bahan Baku Tambahan <i>Oversize</i> .....	85
Tabel 4. 23 Bahan Baku Tambahan <i>Undersize</i> .....	85
Tabel 4. 24 Biaya Kerugian <i>Waste Defect</i> .....	86
Tabel 4. 25 Kerugian Waktu akibat <i>Breakdown Mesin</i> .....	87
Tabel 4. 26 Biaya Kerugian <i>Waste Waiting</i> .....	87
Tabel 4. 27 Biaya Kerugian <i>Waste Inventori</i> .....	89
Tabel 4. 28 Rekapitulasi COPQ <i>Waste</i> .....	90
Tabel 5. 1 <i>Root Cause Analysis Defect</i> .....	92
Tabel 5. 2 <i>Root Cause Analysis Defect (Lanjutan)</i> .....	93
Tabel 5. 3 <i>Root Cause Analysis Waiting</i> .....	94
Tabel 5. 4 <i>Root Cause Analysis Waiting (Lanjutan)</i> .....	95
Tabel 5. 5 <i>Root Cause Analysis Waiting (Lanjutan)</i> .....	96
Tabel 5. 6 <i>Root Cause Analysis Waste Inventori</i> .....	97
Tabel 5. 7 Kriteria Penilaian <i>Severity Defect</i> .....	98
Tabel 5. 8 Kriteria Penilaian <i>Severity Defect (Lanjutan)</i> .....	99
Tabel 5. 9 Kriteria Penilaian <i>Occurrence Defect</i> .....	99
Tabel 5. 10 Kriteria Penilaian <i>Occurrence Defect (Lanjutan)</i> .....	100
Tabel 5. 11 Kriteria Penilaian <i>Detection Defect</i> .....	100
Tabel 5. 12 FMEA <i>Defect</i> .....	101
Tabel 5. 13 FMEA <i>Defect (Lanjutan)</i> .....	102
Tabel 5. 14 FMEA <i>Defect (Lanjutan)</i> .....	103
Tabel 5. 15 Kriteria Penilaian <i>Severity Waiting</i> .....	104
Tabel 5. 16 Kriteria Penilaian <i>Occurrence Waiting</i> .....	104
Tabel 5. 17 Kriteria Penilaian <i>Occurrence Waiting (Lanjutan)</i> .....	105
Tabel 5. 18 Kriteria Penilaian <i>Detection Waiting</i> .....	105
Tabel 5. 19 FMEA <i>Waiting</i> .....	106
Tabel 5. 20 FMEA <i>Waiting (Lanjutan)</i> .....	107
Tabel 5. 21 FMEA <i>Waiting (Lanjutan)</i> .....	108
Tabel 5. 22 FMEA <i>Waiting (lanjutan)</i> .....	109
Tabel 5. 23 FMEA <i>Waiting (Lanjutan)</i> .....	110
Tabel 5. 24 Kriteria Penilaian <i>Severity Inventori</i> .....	111
Tabel 5. 25 Kriteria Penilaian <i>Occurrence Inventori</i> .....	112

Tabel 5. 26 Kriteria Penilaian <i>Detection</i> Inventori .....	112
Tabel 5. 27 FMEA Inventori.....	113
Tabel 5. 28 FMEA Inventori (Lanjutan) .....	114
Tabel 5. 29 <i>Improvement</i> Tiap <i>Action Taken Defect</i> .....	115
Tabel 5. 30 <i>Improvement</i> Tiap <i>Action Taken Defect</i> (Lanjutan).....	116
Tabel 5. 31 <i>Improvement</i> Tiap <i>Action Taken Waiting</i> .....	116
Tabel 5. 32 <i>Improvement</i> Tiap <i>Action Taken Waiting</i> (Lanjutan) .....	117
Tabel 5. 33 <i>Improvement</i> Tiap <i>Action Taken</i> Inventori .....	117
Tabel 5. 34 Daftar Alternatif Perbaikan .....	118
Tabel 5. 35 Hubungan <i>Root Cause</i> dengan Alternatif Perbaikan .....	118
Tabel 5. 36 Hubungan <i>Root Cause</i> dengan Alternatif Perbaikan (Lanjutan) .....	119
Tabel 5. 37 Kombinasi Alternatif Perbaikan.....	120
Tabel 5. 38 Biaya Produksi Eksisting .....	122
Tabel 5. 39 Biaya Alternatif 1 .....	122
Tabel 5. 40 Biaya Alternatif 2.....	123
Tabel 5. 41 Rincian Biaya Investasi Alternatif 2 .....	123
Tabel 5. 42 Biaya Alternatif 3.....	123
Tabel 5. 43 Biaya Alternatif Kombinasi 1,2 .....	124
Tabel 5. 44 Biaya Alternatif Kombinasi 1,3 .....	125
Tabel 5. 45 Biaya Alternatif Kombinasi 2,3 .....	125
Tabel 5. 46 Biaya Alternatif Kombinasi 1,2,3 .....	125
Tabel 5. 47 Penilaian Kriteria Alternatif Perbaikan.....	126
Tabel 5. 48 Kelebihan dan Kekurangan Hasil Perbaikan .....	127
Tabel 5. 49 Kelebihan dan Kekurangan Hasil Perbaikan (Lanjutan).....	128
Tabel 5. 50 Perbandingan Kondisi Eksisting dan Perbaikan <i>Defect</i> .....	129
Tabel 5. 51 Perbandingan Kondisi Eksisting dan Perbaikan <i>Waiting</i> .....	129
Tabel 5. 52 Perbandingan Kondisi Eksisting dan Perbaikan Inventori.....	129

**(halaman ini sengaja dikosongkan)**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Proyeksi Kebutuhan Pupuk Organik Indonesia .....	1
Gambar 1. 2 Alokasi Pengadaan Pupuk Organik Tahun 2015.....	2
Gambar 1. 3 Data Alokasi dan Realisasi Petroganik 2015 .....	3
Gambar 1. 4 <i>Output</i> Produk Petroganik per Kategori.....	4
Gambar 1. 5 Korelasi antara Hasil Produksi dengan Lama <i>Maintenance</i> .....	6
Gambar 1. 6 Jenis Komplain Produk Petroganik .....	8
Gambar 2. 1 Diagram SIPOC.....	17
Gambar 2. 2 Simbol <i>Big Picture Mapping</i> .....	18
Gambar 2. 3 <i>Customer Requirements Icon</i> .....	18
Gambar 2. 4 <i>Information Flows Big Picture Mapping</i> .....	19
Gambar 2. 5 <i>Physical Flow Big Picture Mapping</i> .....	20
Gambar 2. 6 Penggabungan <i>Physical</i> dan <i>Information Flow</i> .....	20
Gambar 2. 7 <i>Big Picture Mapping</i> .....	21
Gambar 2. 8 <i>Cost of Poor Quality</i> .....	23
Gambar 2. 9 Tiga Level Hieraki AHP .....	30
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Tahap Pendahuluan.....	33
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data .....	36
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Tahap Analisis dan Perbaikan .....	38
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> Penelitian .....	39
Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> Penelitian (Lanjutan) .....	40
Gambar 4. 1 Hasil Produksi PT Petrokimia Gresik .....	42
Gambar 4. 2 Struktur Organisasi Perusahaan .....	44
Gambar 4. 3 Mesin <i>Crusher</i> pada Proses Penghalusan.....	46
Gambar 4. 4 Proses Pencampuran.....	47
Gambar 4. 5 Proses Pembentukan Granul.....	48
Gambar 4. 6 Proses Pengeringan .....	49
Gambar 4. 7 Proses Pendinginan .....	49
Gambar 4. 8 Proses <i>Screening</i> .....	50
Gambar 4. 9 Proses <i>Packaging</i> .....	51
Gambar 4. 10 Aliran Informasi Proses Produksi Petroganik .....	62



Gambar 4. 11 <i>Big Picture Mapping</i> Proses Produksi Petroganik .....	63
Gambar 4. 12 Tempat Penampungan Limbah Petroganik.....	74
Gambar 4. 13 SOP Perusahaan terkait EHS .....	75
Gambar 4. 14 Produk <i>Oversize</i> dan <i>Undersize</i> Petroganik .....	75
Gambar 4. 15 Hasil Produksi Petroganik PT Petrokimia Gresik .....	76

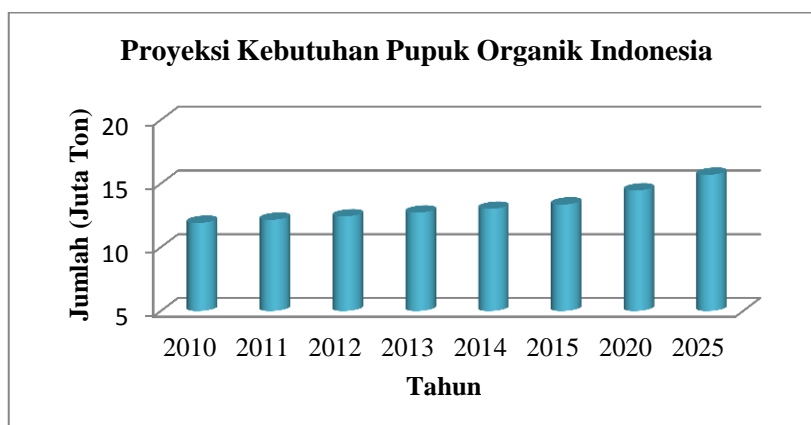
# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hal – hal yang mendasari dilakukannya penelitian serta identifikasi masalah pada penelitian tugas akhir. Beberapa hal yang terdapat dalam bab ini antara lain latar belakang masalah, perumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

### **1.1 Latar Belakang**

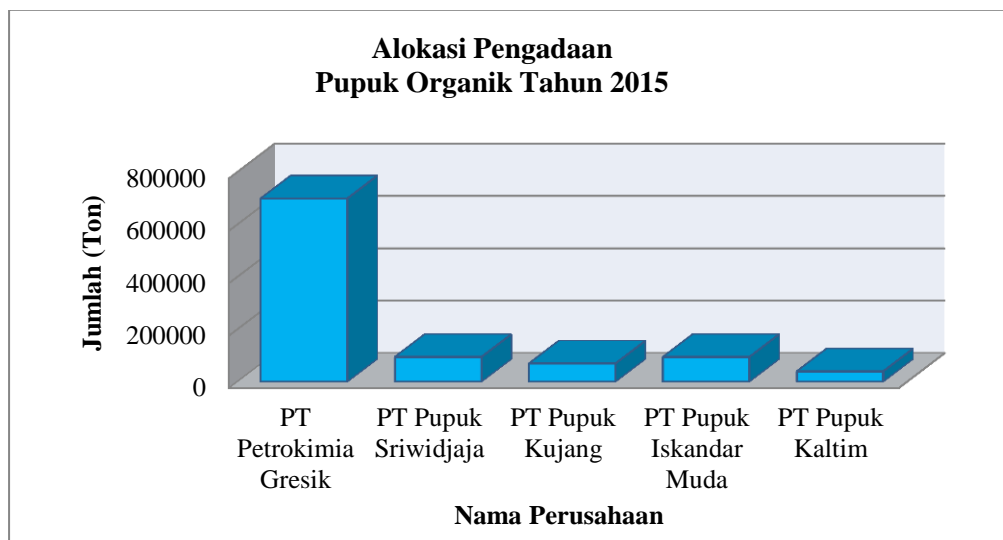
Petroganik merupakan pupuk organik yang dihasilkan oleh PT Petrokimia Gresik dengan bahan baku utama kotoran hewan. Penggunaan petroganik pada tanaman bermanfaat untuk memperbaiki struktur dan tata udara tanah sehingga penyerapan unsur hara oleh akar tanaman menjadi lebih baik. Petroganik juga bermanfaat untuk meningkatkan daya sangga air tanah sehingga ketersediaan air dalam tanah lebih optimal. Oleh karena itu, pemerintah memproyeksikan kebutuhan petroganik (pupuk organik) akan meningkat hingga tahun 2025. Gambar 1.1 adalah proyeksi kebutuhan pupuk organik di Indonesia tahun 2010 hingga 2025.



Gambar 1. 1 Proyeksi Kebutuhan Pupuk Organik Indonesia (Kementerian Pertanian, 2013)

PT Petrokimia Gresik adalah salah satu produsen pupuk petroganik dengan alokasi pengadaan pupuk organik terbesar dibandingkan lima anak

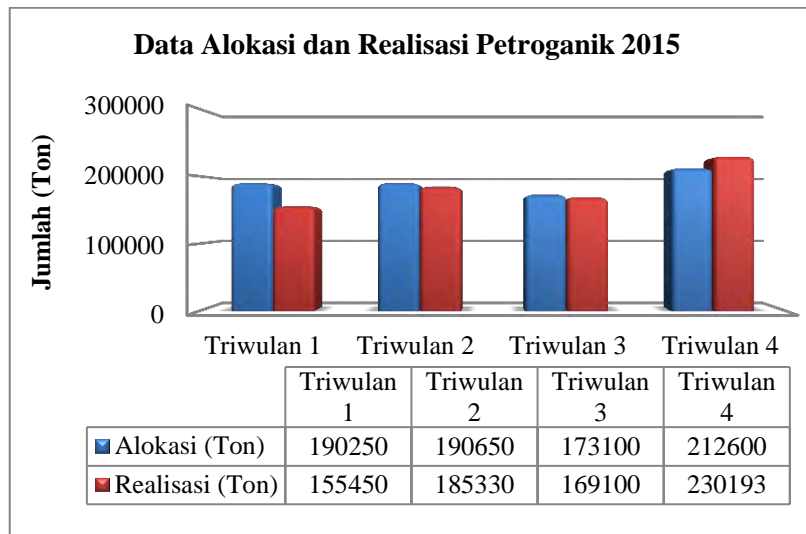
perusahaan PT Pupuk Indonesia yang mendapatkan wewenang untuk memproduksi pupuk organik. Gambar 1.2 menunjukkan besarnya alokasi pengadaan pupuk organik yang dihasilkan oleh lima anak perusahaan PT Pupuk Indonesia tahun 2015.



Gambar 1. 2 Alokasi Pengadaan Pupuk Organik Tahun 2015 (PT Petrokimia Gresik, 2015)

Untuk memproduksi produk petrogranik, tidak semua produk dihasilkan dari pabrik PT Petrokimia Gresik, tetapi diserahkan kepada mitra perusahaan sesuai arahan dari kementerian pertanian agar dapat memaksimalkan produksi pupuk organik dan dapat dimanfaatkan oleh petani. Saat ini PT Petrokimia Gresik memiliki 139 mitra yang tersebar di provinsi Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Timur, Bali, dan NTB. Pada penelitian ini, amatan yang digunakan hanya berfokus pada proses produksi petrogranik di pabrik milik PT Petrokimia Gresik.

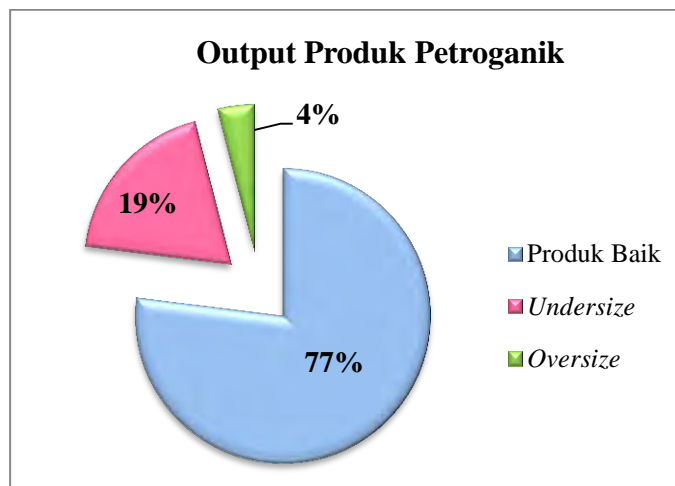
Tahun 2015, PT Petrokimia Gresik mendapatkan alokasi produksi petrogranik sebesar 766.600 ton, tetapi kapasitas produksi perusahaan belum mampu memenuhi target produksi tersebut sehingga hanya terealisasi sebesar 740.073 ton. Gambar 1.3 adalah data alokasi dan realisasi hasil produksi petrogranik per triwulan pada tahun 2015 yang dihasilkan oleh seluruh mitra perusahaan.



Gambar 1. 3 Data Alokasi dan Realisasi Petroganik 2015 (PT Petrokimia Gresik, 2015)

Sebagai perusahaan yang memiliki visi untuk menjadi perusahaan pupuk yang berdaya saing dan berorientasi pada kepuasan pelanggan, PT Petrokimia Gresik dituntut untuk menghasilkan produk yang inovatif, berkualitas, serta melakukan pengiriman produk tepat waktu. Oleh karena itu, perusahaan harus mampu mencapai *zero defect* untuk meningkatkan efisiensi produk. Pada kenyataannya, proses produksi PT Petrokimia Gresik utamanya proses produksi petroganik sering mengalami pemborosan (*waste*) yang tidak memberikan nilai tambah dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan.

Proses produksi petroganik seringkali ditemukan pemborosan berupa kecacatan produk (*defect*) yang melebihi standar perusahaan. Jenis *defect* yang dihasilkan termasuk dalam karakteristik ukuran granul petroganik yang *out of spec*, yaitu produk *oversize* dan *undersize*. Produk *undersize* adalah produk yang berukuran di bawah standar produk ( $< 2 \text{ mm}$ ), sedangkan produk *oversize* adalah produk dengan ukuran lebih dari 5 mm ( $> 5 \text{ mm}$ ). Produk baik memiliki standar 2 – 5 mm. Banyaknya produk *oversize* dan *undersize* menunjukkan bahwa semakin tingginya variansi produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Gambar 1.4 adalah diagram hasil produk baik, produk *undersize*, dan produk *oversize* pada petroganik.



Gambar 1. 4 *Output* Produk Petroganik per Kategori (PT Petrokimia Gresik, 2016)

Perlakuan untuk produk *defect* ini adalah proses ulang (*rework*) dari langkah awal proses produksi. Kerugian yang disebabkan *defect* terjadi akibat adanya penambahan aktivitas produksi berupa pengulangan kerja (*rework*). *Rework* menyebabkan semakin banyaknya biaya produksi untuk pengeluaran biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, dan biaya energi listrik. Tabel 1.1 adalah tabel estimasi kerugian yang ditanggung PT Petrokimia Gresik akibat adanya produk *oversize* dan *undersize* petroganik.

Tabel 1. 1 Total Estimasi Kerugian Produk *Oversize* dan *Undersize*

Periode (Bulan)	Defect (ton)	Biaya Kerugian Akibat Defect (Rp)		
		Bahan Baku Tambahan	Listrik untuk Rework	Biaya Tenaga Kerja
1	82.53	17,722,244	5,688,360	16,733,750
2	79.31	17,031,823	5,688,360	16,733,750
3	82.89	17,799,554	5,688,360	16,733,750
4	99.45	21,355,814	6,636,420	14,343,214
5	79.02	16,968,471	5,688,360	16,733,750
6	69.99	15,030,353	3,792,240	25,100,625
<b>JUMLAH</b>	<b>493.17</b>	<b>105,908,258</b>	<b>33,182,100</b>	<b>106,378,839</b>
<b>JUMLAH</b>		<b>245,469,197</b>		

Sumber : PT Petrokimia Gresik, 2016

Tabel 1.1 menunjukkan data total kerugian selama enam bulan akibat adanya *rework* untuk produk *defect*. Biaya kerugian didapatkan dari hasil

penjumlahan biaya bahan baku tambahan yang digunakan untuk melakukan *rework*, biaya tenaga kerja, dan biaya energi listrik.

Selain pemborosan (*waste*) akibat adanya *defect*, pemborosan lain yang terjadi adalah permasalahan *waiting*. *Waiting* terjadi akibat adanya proses *cleaning* yang termasuk di dalamnya aktivitas *maintenance* yang kurang maksimal sehingga menyebabkan *breakdown* mesin. Adanya *waiting* menyebabkan waktu produksi semakin lama, kehilangan produk yang seharusnya dapat dihasilkan, dan pengeluaran biaya untuk *maintenance*. Tabel 1.2 merupakan tabel estimasi *loss product* periode September 2015 hingga Februari 2016 akibat adanya *breakdown* mesin yang kemudian digunakan untuk melakukan aktivitas *maintenance*.

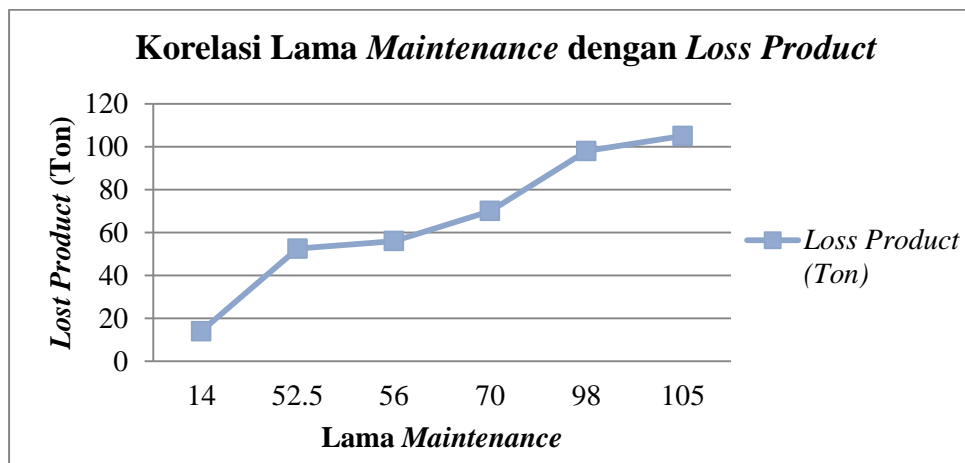
Tabel 1. 2 Perbandingan Lama Waktu *Maintenance* dengan *Loss product*

Periode (Bulan)	Lama <i>Maintenance</i> (Jam)	<i>Loss product</i> (Ton)
1	80	70
2	112	98
3	120	105
4	64	56
5	16	14
6	60	52.5
<b>JUMLAH</b>	<b>452</b>	<b>395.5</b>

Sumber : PT Petrokimia Gresik, 2016

Dari Tabel 1.2 dapat diketahui bahwa semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk *maintenance* mesin, maka *loss product* yang dihasilkan juga semakin besar. *Loss product* akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan karena akibat *maintenance* mesin perusahaan tidak dapat memproduksi produk sejumlah produk yang dapat dihasilkan setiap harinya. Korelasi antara hasil produksi dengan lamanya waktu *maintenance* dapat dilihat pada Gambar 1.5.





Gambar 1. 5 Korelasi antara Lama Maintenance dengan Loss product (PT Petrokimia Gresik, 2016)

Dari data historis perusahaan pada periode September 2015 hingga Februari 2016 menunjukkan bahwa realisasi pengiriman produk petrokanik PT Petrokimia Gresik belum dapat memenuhi permintaan dari konsumen. Beberapa hal yang menyebabkan tidak terpenuhinya permintaan konsumen yaitu lamanya waktu produksi pupuk akibat pengulangan proses untuk produk *defect oversize* dan *undersize*, kurangnya kapasitas gudang penyimpanan produk jadi, terhentinya proses akibat aktivitas *maintenance* mesin, dan lain – lain.

Pada periode September 2015 hingga Februari 2016 hanya 1406 ton yang dapat dikirim, sedangkan target produksi sebesar 4054,24 ton. Jumlah realisasi produk yang dikirim didapatkan dari hasil produk yang tersimpan di gudang pada periode sebelumnya ditambahkan dengan produk yang diproduksi pada periode tersebut. Menurut data historis perusahaan, produksi petrokanik banyak menghasilkan inventori, baik persediaan bahan baku maupun produk jadi. Banyaknya inventori di gudang produksi mengakibatkan kerusakan produk yang masuk dalam kategori *waste* inventori. *Waste* inventori pada produksi petrokanik menyebabkan kerugian yang ditanggung perusahaan karena produk yang rusak harus dibuang dan tidak dapat digunakan kembali. Sehingga perusahaan akan menanggung kerugian akibat terbuangnya bahan baku dan produk jadi yang seharusnya dapat diproduksi dan memberikan nilai tambah. Tabel 1.3 adalah data kerusakan persediaan yang ada di gudang produksi petrokanik.

Tabel 1. 3 Kerusakan Persediaan Produk Jadi dan Bahan Baku

Periode (Bulan)	Jumlah Inventori Produk Jadi (Ton)	Jumlah Inventori Bahan Baku (Ton)
1	0.318	0.117
2	0.197	0.244
3	0.758	0.177
4	0.265	0.133
5	0.607	0.152
6	0.518	0.164
<b>JUMLAH</b>	<b>2.663</b>	<b>0.987</b>

Permasalahan lain yang dihadapi oleh PT Petrokimia Gresik terhadap produk petrogekanik adalah adanya komplain dari distributor terhadap produk petrogekanik. Komplain tersebut berkaitan dengan tidak adanya tanggal produksi produk (gambar kode A). Apabila perusahaan tidak mencantumkan kode produksi, maka akan menimbulkan kerugian bagi *customer* karena *customer* tidak mengerti waktu siklus hidup mikroorganisme yang terkandung di petrogekanik. Pada petrogekanik terdapat kandungan mikroorganisme yang membantu untuk penyuburan tanah, apabila mikroorganisme tersebut telah melewati siklus hidupnya, maka petrogekanik tidak dapat bekerja maksimal. Komplain yang lain yaitu karung berlubang (gambar kode B) dan jahitan karung tidak rapi atau rusak (gambar kode C). Untuk seluruh contoh komplain tersebut terdapat pada Gambar 1.6. Beberapa komplain yang diterima pihak perusahaan berakibat terhadap penggantian produk petrogekanik sebanyak produk yang diterima oleh distributor. Akibat penggantian produk tersebut, perusahaan tentu akan mengalami kerugian karena produk yang dikirim bertambah menjadi dua kali lipatnya. Hal ini mengakibatkan semakin besarnya biaya kerugian yang ditanggung oleh perusahaan.



Gambar 1. 6 Jenis Komplain Produk Petroganik (Dokumentasi Penulis, 2016)

Akibat adanya *waste* proses produksi dan komplain distributor terhadap produk petroganik yang menyebabkan tingginya biaya kerugian, maka perlu dilakukan upaya untuk mereduksi *waste* pupuk petroganik PT Petrokimia Gresik menggunakan pendekatan *lean manufacturing*. Dengan pendekatan *lean*, aktivitas – aktivitas *non value added* dan pemborosan (*waste*) dapat diidentifikasi dan dieliminasi. Kemudian, dengan penggunaan *framework* DMAIC (*define, measure, analyze, improve, dan control*) maka akan membantu untuk mengidentifikasi *waste*, mengukur, hingga memperoleh *improvement* untuk menyelesaikan pemborosan (*waste*) secara terstruktur.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mereduksi pemborosan (*waste*) pada produksi petroganik menggunakan pendekatan *lean manufacturing*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berikut ini adalah tujuan dari penelitian tugas akhir yang dilakukan :

1. Mengidentifikasi keseluruhan *waste* pada proses produksi petroganik PT Petrokimia Gresik

2. Menentukan *waste* kritis yang paling berpengaruh terhadap kualitas produksi petrokanik PT Petrokimia Gresik
3. Mengidentifikasi akar permasalahan penyebab terjadinya *waste* pada produksi petrokanik PT Petrokimia Gresik
4. Memberikan alternatif solusi perbaikan yang dapat diterapkan oleh perusahaan

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang dapat dicapai dari penelitian ini antara lain :

1. Perusahaan dapat mengetahui jenis pemborosan yang terjadi selama proses produksi petrokanik disertai faktor penyebabnya
2. Perusahaan dapat menggunakan rekomendasi perbaikan yang diberikan sebagai panduan operasional perusahaan untuk mereduksi pemborosan (*waste*) produksi petrokanik
3. Perusahaan dapat mereduksi pemborosan (*waste*) yang terjadi pada proses produksi petrokanik

#### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai ruang lingkup penelitian yang terdiri dari batasan dan asumsi yang digunakan.

##### **1.5.1 Batasan**

Berikut ini adalah batasan yang digunakan dalam melakukan penelitian tugas akhir.

1. Penelitian hanya dilakukan pada produksi pupuk organik (petrokanik) PT Petrokimia Gresik
2. Data perusahaan yang digunakan adalah data bulan September 2015 hingga Februari 2016
3. *Framework* yang digunakan adalah DMAI (*define, measure, analyze, improve*), tanpa tahap *control*

### 1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam melakukan penelitian tugas akhir adalah tidak terjadi perubahan sistem produksi dan kebijakan perusahaan selama penelitian berlangsung

## 1.6 Sistematika Penulisan

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai sistematika penulisan penelitian. Adapun susunan penulisan penelitian adalah sebagai berikut :

### BAB I PENDAHULUAN

Pada bab I dijelaskan mengenai beberapa hal yang menjadi dasar dari penelitian. Adapun hal-hal yang dijelaskan dalam bab ini antara lain latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan dan asumsi dari penelitian tugas akhir serta sistematika penulisan.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II dijelaskan mengenai beberapa dasar ilmu dan teori yang digunakan sebagai pedoman dalam menyelesaikan masalah dari penelitian yang dilakukan. Adapun konsep yang digunakan adalah tentang *lean manufacturing* dan beberapa *tools* yang dapat digunakan dalam *framework* DMAIC. Tinjauan pustaka ini diharapkan dapat membantu penulis dalam menentukan metode dan menyelesaikan masalah selama penelitian dilaksanakan.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab III dijelaskan mengenai metodologi penelitian yaitu tentang tahapan yang dilalui dalam pelaksanaan penelitian. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini digunakan sebagai dasar penelitian agar dapat berjalan secara sistematis dan terarah.

### BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab IV dijelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data. Adapun data yang dikumpulkan adalah data yang terkait untuk menyelesaikan masalah dari penelitian, termasuk identifikasi *waste* yang terjadi di proses produksi. Selanjutnya data yang telah dikumpulkan akan diolah untuk memperoleh penyelesaian masalah dari penelitian.

## **BAB V ANALISIS DAN PERBAIKAN**

Pada bab V dijelaskan mengenai analisis dan perbaikan pada penelitian yang dilakukan. Analisis dilakukan berdasarkan hasil dari pengolahan data yang selanjutnya dibahas secara detail dan berurutan. Dari hasil analisa dan perbaikan maka akan didapatkan rekomendasi perbaikan yang dapat membantu perusahaan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab VI dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian. Adapun kesimpulan dari penelitian merupakan jawaban dari tujuan penelitian. Sedangkan saran yang diberikan merupakan rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk perusahaan dan proses penelitian yang dilaksanakan.



**(halaman ini sengaja dikosongkan)**

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab tinjauan pustaka akan dijelaskan mengenai dasar teori yang digunakan dalam penelitian tugas akhir. Adapun tinjauan pustaka yang digunakan yaitu konsep *lean* dan *framework* DMAIC (*define, measure, analyze, improve, dan control*) disertai *tools* yang digunakan pada masing – masing metode DMAIC.

#### **2.1 Konsep Lean**

*Lean* adalah upaya terus – menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). *Lean* bertujuan untuk meningkatkan *customer value* secara terus – menerus melalui peningkatan rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value of waste ratio*). *Lean* berfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas – aktivitas tidak bernilai tambah (*non value adding activities*) dalam desain, produksi (bidang manufaktur) atau operasi (bidang jasa), dan *supply chain management* yang berkaitan dengan pelanggan (Gaspersz, 2007).

*Lean* dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas – aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value adding activities*) melalui peningkatan terus – menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mencapai keunggulan dan kesempurnaan. Menurut Gaspersz (2007), lima prinsip dasar *lean* terdiri dari :

1. Identifikasi nilai produk (barang atau jasa) berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk (barang atau jasa) berkualitas superior, dengan harga yang kompetitif dan pengiriman tepat waktu.

2. Identifikasi *value stream process mapping* (pemetaan proses pada *value stream* untuk setiap produk (barang atau jasa).
3. Penghilangan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream*.
4. Pengorganisasian material, informasi, dan produk agar berjalan dengan lancar dan efisien sepanjang *value stream* menggunakan *pull system*.
5. Identifikasi berbagai teknik dan alat peningkatan (*improvement tools and technique*) untuk mencapai keunggulan dan peningkatan terus – menerus.

## 2.2 DMAIC dan Tools

DMAIC (*define, measure, analyze, improve, dan control*) merupakan *framework* yang biasa digunakan dalam pelaksanaan *six sigma*. DMAIC digunakan untuk meningkatkan proses bisnis yang telah ada menggunakan *tools – tools* yang ada pada masing – masing langkah DMAIC. DMAIC juga digunakan untuk membantu perusahaan dalam upaya untuk menghasilkan kinerja tanpa kesalahan (*zero defects*) (Gaspersz, 2007).

### 2.2.1. Define

*Define* merupakan langkah operasional pertama untuk mengidentifikasi produk atau proses yang akan diperbaiki. *Define* dilakukan dengan menetapkan prioritas utama *waste* yang akan diselesaikan terlebih dahulu. Secara umum setiap proyek yang terpilih harus mampu memenuhi kategori untuk memberikan hasil – hasil dan manfaat bisnis, kelayakan, dan memberikan dampak positif kepada organisasi atau perusahaan. *Define* dilakukan dengan mengidentifikasi *waste* atau pemborosan sepanjang proses produksi dalam perusahaan (Gaspersz, 2002).

Pemborosan (*waste*) didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*. Berdasarkan perspektif *lean*, semua jenis pemborosan yang terdapat sepanjang *value stream* dan yang mentransformasikan *input* menjadi *output* harus dihilangkan untuk meningkatkan nilai produk atau jasa dan meningkatkan *customer value*.

Menurut Gaspersz (2007), pemborosan atau *waste* dikategorikan menjadi sembilan *waste*, yang kemudian disebut dengan E - DOWNTIME. *Waste* tersebut diantaranya *enviromtmental, health, and safety* (EHS), *defects* (D), *overproduction* (O), *waiting* (W), *not utilizing employee knowledge skills and abilities* (N),, *transportation* (T), *inventories* (I), *motion* (M), dan *excess processing* (E). Berikut adalah penjelasan mengenai E - DOWNTIME.

1. E = *Environtmental, health, and safety* (EHS)

Jenis pemborosan (*waste*) yang terjadi akibat kelalaian dalam hal – hal yang berkaitan dengan EHS. Contohnya kecelakaan kerja yang terjadi di lantai produksi akibat operator tidak menggunakan alat pelindung diri.

2. D = *Defects*

Jenis pemborosan yang terjadi karena kecacatan atau kegagalan suatu produk (barang atau jasa). Jumlah *defect* yang terjadi berhubungan dengan tingkat kualitas produk atau rendahnya performansi proses produksi.

3. O = *Overproduction*

Jenis pemborosan yang terjadi karena produksi melebihi kuantitas yang dipesan oleh pelanggan. *Waste* ini biasa terjadi pada perusahaan yang tidak melihat fokus permintaan konsumen di pasar atau perusahaan yang mempunyai masalah kualitas sehingga akan memproduksi dalam jumlah yang besar untuk memastikan bahwa permintaan konsumen dapat terpenuhi.

4. W = *Waiting*

Jenis pemborosan yang terjadi akibat adanya penggunaan waktu yang tidak efektif. *Waiting* atau *idle* dapat terjadi karena adanya *bottleneck* pada mesin atau adanya *work in process* dalam proses produksi.

5. N = *Not utilizing employee knowledge, skills and abilities*

Jenis pemborosan sumber daya manusia (SDM) yang terjadi karena tidak menggunakan pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan karyawan secara optimum.

6. T = *Transportation*

Jenis pemborosan yang terjadi karena transportasi yang berlebihan sepanjang proses *value stream*.

7. I = *Inventories*

Jenis pemborosan yang terjadi karena persediaan yang berlebihan sepanjang *value stream*.

8. M = *Motion*

Jenis pemborosan yang terjadi akibat pergerakan yang lebih banyak daripada yang seharusnya sepanjang proses *value stream*.

9. E = *Excess processing*

Jenis pemborosan yang terjadi sepanjang proses *value stream* karena langkah – langkah proses yang lebih panjang daripada yang seharusnya. *Waste* ini meliputi proses atau prosedur yang tidak diperlukan di dalam suatu pekerjaan.

#### 2.2.1.1 *Diagram SIPOC*

Diagram SIPOC merupakan salah satu diagram model untuk menggambarkan fungsi – fungsi operasional bisnis. Diagram ini juga menjadi *tools* dalam proses manufaktur yang digunakan manajemen perusahaan dan peningkatan proses (Yang & El-Haik, 2003). Adapun elemen diagram SIPOC antara lain :

1 *Supplier* (S)

*Supplier* merupakan orang atau kelompok yang memberikan informasi, material, atau sumber daya lain kepada proses. Jika proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sebelumnya adalah pemasok bagi proses setelahnya (*internal suppliers*).

2 *Inputs* (I)

*Input* adalah segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok (*supplier*) kepada proses.

### 3 *Process (P)*

Proses adalah sekumpulan langkah – langkah untuk menambah nilai pada *input* (proses transformasi nilai tambah kepada *input*). Suatu proses juga terdiri dari beberapa sub proses.

### 4 *Output (O)*

*Output* merupakan produk (barang dan atau jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur, *output* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi (*final product*).

### 5 *Customer (C)*

*Customer* adalah orang atau sekelompok orang atau sub proses yang menerima *output* . Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sesudahnya dapat dianggap sebagai pelanggan internal (*internal customer*).

Gambar 2. 1 adalah simbol yang digunakan untuk diagram SIPOC.

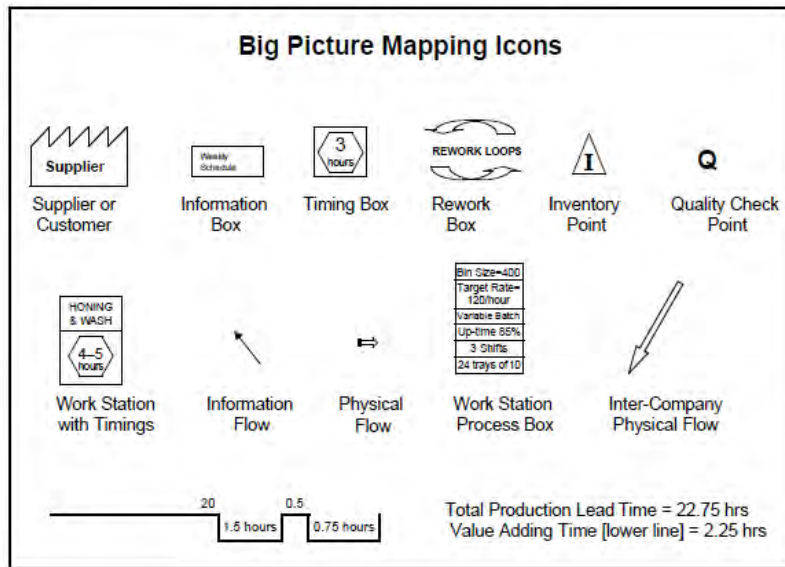


Gambar 2. 1 Diagram SIPOC (Yang & El-Haik, 2003)

#### 2.2.1.2 *Big Picture Mapping*

Menurut Hines dan Taylor (2000), *big picture mapping* (BPM) merupakan proses yang digunakan untuk menggambarkan sistem secara keseluruhan beserta aliran nilai (*value stream*) yang terdapat pada perusahaan. *Big picture mapping* mampu membantu manajemen perusahaan, karyawan, *supplier*, bahkan konsumen untuk mengidentifikasi *waste*, mengetahui letak *waste* dalam aliran produksi perusahaan (aliran produksi dan aliran material) serta mengidentifikasi penyebab *waste* tersebut. Selain mengidentifikasi *waste*, *big picture mapping* berguna untuk memberikan penjelasan mengenai sistem pemenuhan *order* beserta aliran nilai (aliran informasi dan fisik) dan mengetahui *lead time* yang dibutuhkan pada tiap proses. Gambar 2. 2 adalah simbol – simbol yang digunakan dalam *big picture mapping*.



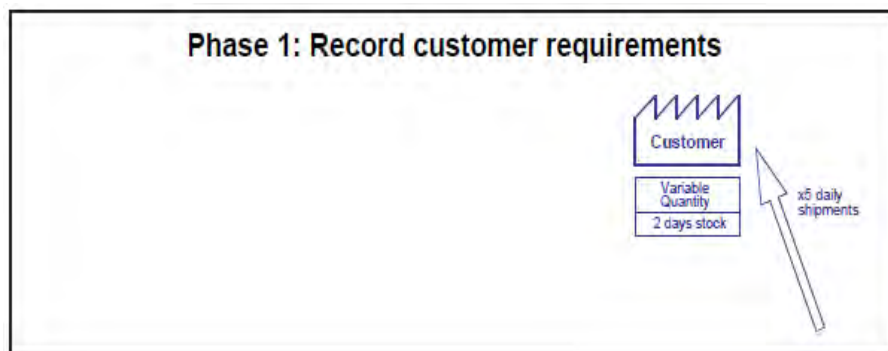


Gambar 2. 2 Simbol *Big Picture Mapping* (Hines & Taylor, 2000)

Beberapa langkah yang dilakukan dalam *big picture mapping* antara lain:

1. Identifikasi *Customer Requirement*

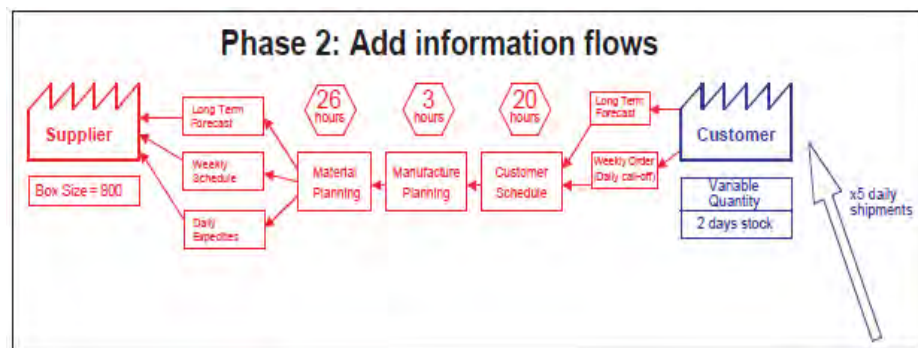
*Customer requirement* digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan konsumen yang meliputi jenis produk, jumlah produk, waktu dibutuhkan, kapasitas pengiriman, intensitas pengiriman, dan banyaknya persediaan yang harus disimpan untuk keperluan konsumen. Gambar 2. 3 adalah gambar *customer requirement* pada *big picture mapping*.



Gambar 2. 3 *Customer Requirements Icon* (Hines & Taylor, 2000)

## 2. Membuat *Information Flow*

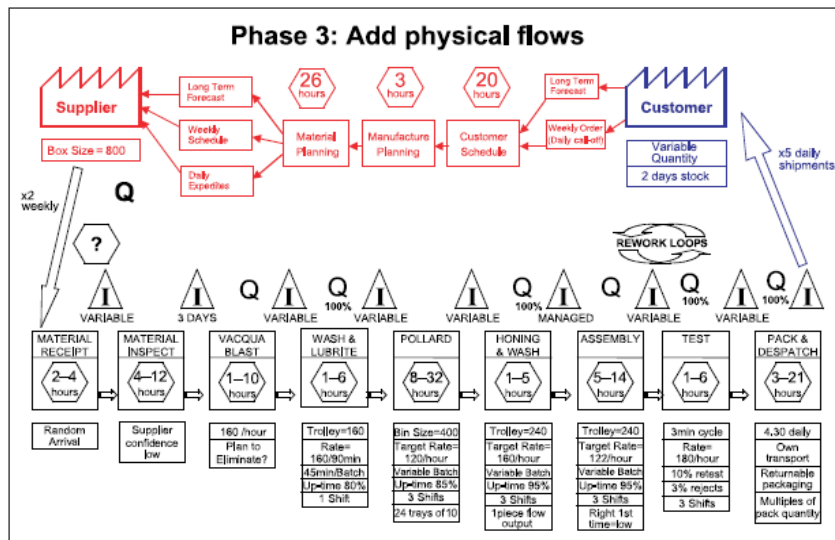
*Information flow* dilakukan dengan menggambarkan aliran informasi dari *customer* ke *supplier* mengenai peramalan dan informasi pembatalan *supply* oleh *customer*, orang atau departemen yang bertugas memberikan informasi, waktu yang dibutuhkan untuk memproses suatu informasi, informasi yang disampaikan ke *supplier*, serta pesanan yang disyaratkan. Gambar 2. 4 adalah lambang yang digunakan pada *information flow big picture mapping*.



Gambar 2. 4 *Information Flows Big Picture Mapping* (Hines & Taylor, 2000)

## 3. Membuat *Physical Flow*

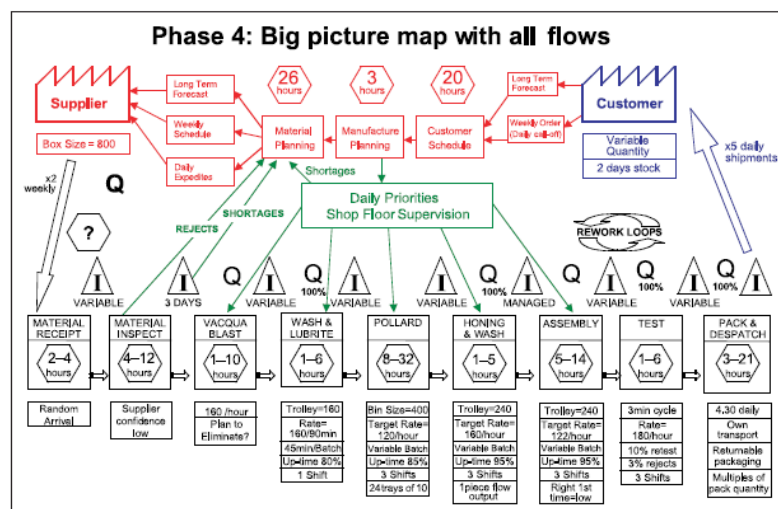
*Physical flow* digunakan untuk menggambarkan aliran fisik yang dapat berupa *material* atau produk dalam perusahaan, waktu yang diperlukan, titik terjadinya inspeksi, putaran *rework*, waktu siklus pada tiap titik, jumlah produk yang dibuat dan dipindah pada tiap titik, jumlah produk yang diperiksa pada tiap titik, dan titik terjadinya *bottleneck*. Aliran fisik juga dapat berupa waktu proses dan jam kerja operasi, jumlah orang yang bekerja pada masing – masing stasiun kerja, waktu yang digunakan untuk berpindah pada tiap stasiun, dan jumlah serta peletakan *inventory*. Gambar 2. 5 adalah *physical flow big picture mapping*.



Gambar 2. 5 Physical Flow Big Picture Mapping (Hines & Taylor, 2000)

#### 4. Menghubungkan Physical and Information Flow

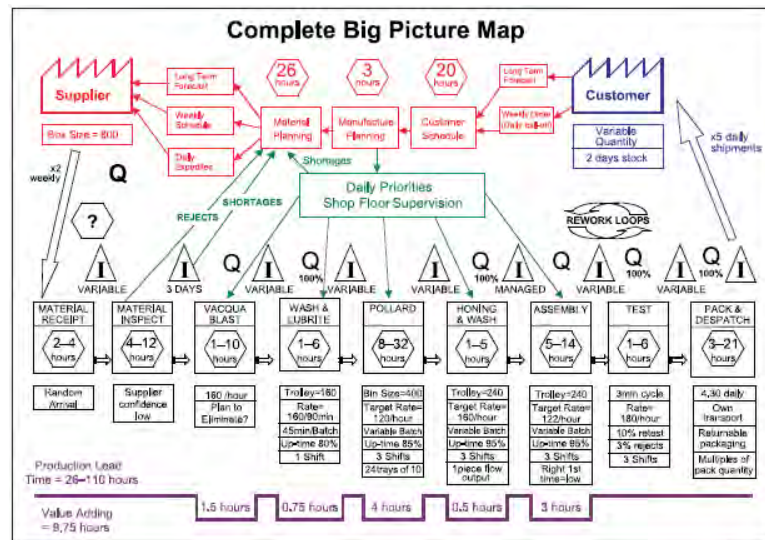
*Linking physical and information flow* digunakan untuk menghubungkan aliran informasi dan fisik menggunakan simbol anak panah. Adapun garis penghubung tersebut dapat berisi jadwal yang digunakan, dari, dan untuk siapa informasi tersebut dikirim, kapan, dan dimana terjadi masalah dalam aliran fisik. Gambar 2. 6 adalah penggabungan *physical* dan *information flow* pada *big picture mapping*.



Gambar 2. 6 Penggabungan Physical dan Information Flow (Hines & Taylor, 2000)

## 5. Complete Map

*Complete map* dilakukan dengan menambahkan data – data berupa *lead time* dan *value adding time* pada aliran informasi dan aliran fisik yang telah dibuat. Gambar 2. 7 adalah gambar *big picture mapping* secara keseluruhan.



Gambar 2. 7 *Big Picture Mapping* (Hines & Taylor, 2000)

### 2.2.1.3 Klasifikasi Aktivitas

Aktivitas merupakan suatu proses yang dilakukan oleh sumber daya untuk menghasilkan *output*. Pada intinya fungsi dari aktivitas adalah untuk mengubah sumber daya (*material*, tenaga kerja, teknologi) menjadi *output* (barang atau jasa). Pengklasifikasian aktivitas dilakukan untuk melakukan identifikasi terhadap aktivitas yang terdapat pada perusahaan manufaktur maupun perusahaan jasa. Tipe aktivitas dalam organisasi terbagi menjadi tiga antara lain (Hines & Taylor, 2000) :

#### 1. Value adding activity

Aktivitas ini dapat dikatakan sebagai aktivitas yang memberikan nilai tambah, baik untuk produk maupun layanan yang dihasilkan oleh perusahaan. Adanya aktivitas ini akan memberikan dampak terhadap *customer value* untuk perusahaan.

2. *Necessary non value adding activity*

Aktivitas ini merupakan aktivitas yang harus dilakukan namun tidak memberikan nilai tambah terhadap proses yang berlangsung.

3. *Non value adding activity*

Aktivitas ini merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bahkan mampu mengurangi karakteristik dari kualitas. *Non value adding activity* menjadi aktivitas yang akan direduksi dalam konsep *lean thinking*.

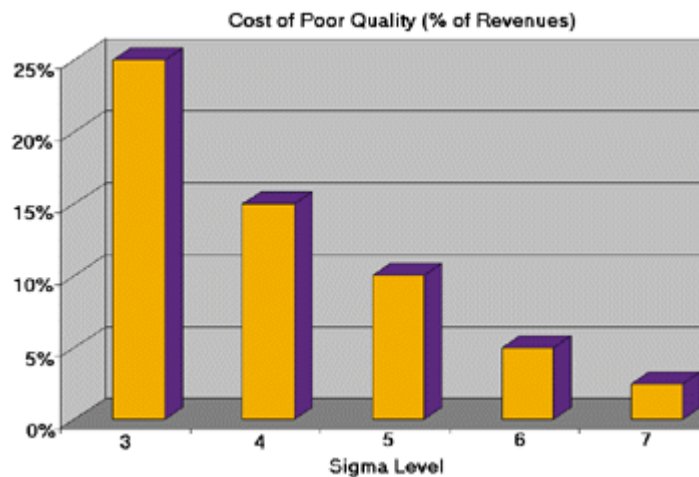
2.2.2. *Measure*

Langkah yang dilakukan untuk pengukuran kinerja proses pada saat sekarang (*baseline measurements*) agar dapat dibandingkan dengan target yang ditetapkan (Gaspersz, 2007). Tiga hal pokok yang dapat dilakukan pada tahap *measure* antara lain :

- Memilih atau menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci , yaitu atribut – atribut yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan.
- Melakukan pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, *output* , dan atau *outcome*.
- Mengukur kinerja sekarang (*current performance*) pada tingkat proses *output* dan atau *outcome* untuk ditetapkan sebagai *baseline* kinerja pada awal proyek.

2.2.2.1 *Cost of Poor Quality (COPQ)*

*Cost of poor quality* merupakan selisih atau perbedaan antara kualitas potensial (*potential quality*) dengan kualitas aktual (*actual quality*). Kualitas potensial adalah nilai kualitas maksimum yang dapat diperoleh pada proses, sedangkan kualitas aktual adalah nilai kualitas yang dicapai proses pada saat ini. Untuk perusahaan yang belum menerapkan *six sigma*, biaya ini relatif besar. Apabila perusahaan beroperasi pada level sigma 3 sampai 4, maka akan menghabiskan kurang lebih 25 % dari pendapatannya (Pyzdek, 2000).



Gambar 2. 8 *Cost of Poor Quality* (Pyzdek, 2000)

Hasil peningkatan kualitas yang diukur berdasarkan prosentase antara COPQ (*cost of poor quality*) terhadap penjualan akan terus meningkat sejalan dengan peningkatan kapabilitas sigma (Gaspersz, 2002). Tabel 2.1 adalah tabel peningkatan sigma.

Tabel 2. 1 Peningkatan Sigma

<b>COPQ (<i>Cost of Poor Quality</i>)</b>		
<b>Tingkat Pencapaian Sigma</b>	<b>DPMO</b>	<b>COPQ</b>
1 - sigma	697.462 (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2 - sigma	308.538 (rata - rata industri Indonesia)	Tidak dapat dihitung
3 - sigma	66.807	25 - 40 % dari <i>sale</i>
4 - sigma	6.210 (industri kelas USA)	15 -25 % dari <i>sale</i>
5 - sigma	233	5 - 15 % dari <i>sale</i>
6 - sigma	3.4 (industri kelas dunia)	<1 % dari <i>sale</i>

Sumber : Gaspersz, 2002

Berdasarkan Tabel 2.1, setiap peningkatan atau pergeseran 1 – sigma akan memberikan peningkatan keuntungan sekitar 10 % dari penjualan. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengkonversikan kegagalan dalam ukuran DPMO dan kapabilitas sigma ke dalam biaya kegagalan kualitas yang merupakan bagian dari biaya total aktual yang dikeluarkan perusahaan.

### 2.2.3. *Analyze*

Pada tahap ini dilakukan analisis hubungan sebab akibat berbagai faktor yang dipelajari untuk mengetahui faktor – faktor dominan yang perlu dikendalikan (Gaspersz, 2007). Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam tahap ini yaitu :

- Menentukan stabilitas dan kapabilitas atau kemampuan proses
- Menetapkan target – target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek
- Mengidentifikasi akar penyebab kecacatan atau kegagalan
- Mengkonversi banyak kegagalan jika dilihat dari segi *financial*

#### 2.2.3.1 *Root Cause Analysis (RCA)*

*Root cause analysis (RCA)* merupakan alat pengukur kualitas yang digunakan untuk membedakan sumber cacat atau masalah, yang berfokus pada asal penyebab atau penyebab pasti dari masalah. RCA dilakukan untuk membantu organisasi mengidentifikasi titik – titik resiko atau titik – titik kelemahan dalam proses, penyebab yang mendasari atau yang terkait sistem, dan tindakan perbaikan (McWilliams, 2010).

Kelompok penyebab utama adalah masalah pada peralatan atau *material*, prosedur kerja, kesalahan perancangan sumber daya manusia, kurangnya pelatihan, manajemen dan fenomena pihak eksternal. Prinsip utama RCA adalah tindakan perbaikan pada akar penyebab masalah lebih efektif daripada hanya memperbaiki gejala dari suatu masalah. Oleh karena itu, RCA harus dilaksanakan secara sistematis dan kesimpulan yang diambil harus didasarkan pada bukti.

Langkah – langkah RCA menurut Chandler (2004) antara lain :

1. Identifikasi definisi *undesired outcome* (suatu kejadian yang tidak diharapkan)
2. Pengumpulan data yang dibutuhkan
3. Penempatan kejadian – kejadian dan kondisi – kondisi pada *event and causal factor table*
4. Pengisian pertanyaan “mengapa?” untuk mengidentifikasi *root cause* yang paling kritis

*Root cause analysis* juga dikenal dengan nama *5 why's analysis*. Tujuan dari *5 why's analysis* adalah untuk mencari akar penyebab dari suatu permasalahan. Wedgwood (2006) mengklasifikasikan penyebab permasalahan *5 why's analysis* ke dalam beberapa kelas berikut :

1. *Why ke – 1* : *symptom*
2. *Why ke – 2* : *excuse*
3. *Why ke – 3* : *blame*
4. *Why ke – 4* : *cause*
5. *Why ke – 5* : *root cause*

Menurut Anderson & Fagerhaug (2006) terdapat beberapa prosedur untuk melakukan *5 why's analysis*, antara lain :

1. Menentukan *starting point* berupa permasalahan atau penyebab pertama dari permasalahan yang perlu dianalisis lebih lanjut
2. Melakukan *brainstorming* untuk menemukan penyebab berikutnya
3. Mengajukan pertanyaan untuk setiap penyebab yang teridentifikasi, dan memberikan pertanyaan “mengapa hal ini menjadi penyebab permasalahan?”

#### 2.2.3.2 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

FMEA merupakan metode sistematis untuk mengidentifikasi dan mencegah permasalahan yang ada di dalam proses sebelum permasalahan tersebut terjadi (McDermott, 1996). FMEA menyediakan mekanisme yang sistematis untuk menyelesaikan permasalahan potensial pada produk, sistem, dan proses manufaktur. FMEA dibangun berdasarkan keinginan untuk mengestimasi resiko kegagalan, rencana kontrol untuk mencegah terjadinya kegagalan dan memprioritaskan aksi perbaikan untuk meningkatkan proses (Yang & El-Haik, 2003). Menurut George, Marl, Maxey, & Rowlands (2005) FMEA bertujuan untuk :

- 1 Mengidentifikasi proses yang berpotensi menyebabkan kegagalan
- 2 Mengidentifikasi dampak dari kegagalan yang terjadi
- 3 Mengidentifikasi penyebab terjadinya kegagalan



- 4 Menentukan prioritas dari tindakan yang akan diambil berdasarkan tingkat kegagalan yang ditunjukkan oleh nilai *risk priority number* (RPN)
- 5 Memberikan saran rekomendasi perbaikan

Menurut Yang & El-Haik (2003), langkah – langkah yang digunakan untuk membuat FMEA adalah sebagai berikut :

- 1 Menentukan ruang lingkup dan tahapan proses yang akan diamati
- 2 Mengidentifikasi *potential failure mode*. *Failure mode* adalah pernyataan fakta yang mendeskripsikan apa yang terjadi ketika sistem, proses, komponen berpotensi untuk gagal memenuhi spesifikasi desain atau persyaratan performansi.
- 3 Melakukan *potential failure effect*. *Effect* merupakan deskripsi mengenai hal apa yang mendeskripsikan apa yang akan terjadi pada pengguna akibat dari kegagalan.
- 4 Mengidentifikasi *severity* untuk mengetahui ukuran subjektif yang mengindikasikan seberapa buruk atau serius atas efek yang ditimbulkan akibat terjadinya kegagalan. *Severity* diberikan dengan skala 1 – 10 dengan interpretasi apabila nilai semakin tinggi maka *effect* yang diberikan semakin buruk. *Rating* nilai *severity* adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Skala *Severity* FMEA

<b>Rating</b>	<b>Effect</b>	<b>Deskripsi</b>
1	<i>Negligible severity</i>	Pengguna produk akhir tidak akan memperhatikan kegagalan ini
2	<i>Mid severity</i>	Efek yang dirasakan bersifat ringan, pengguna akhir tidak merasakan perubahan kinerja produk
3		
4	<i>Moderate severity</i>	Pengguna akhir akan merasakan dampak buruk yang tidak dapat diterima dan berada di luar batas toleransi
5		
6		
7	<i>High severity</i>	Pengguna akhir merasakan dampak buruk yang tidak dapat diterima dan berada di luar batas toleransi
8		
9	<i>Potential safety problem</i>	Dampak yang ditimbulkan sangat berbahaya bagi keselamatan dan bertentangan dengan hukum yang berlaku
10		

Sumber : Yang & El-Haik, 2003

- 5 Menentukan penyebab potensial yang menimbulkan terjadinya kegagalan.
- 6 Menentukan probabilitas munculnya kejadian atau *occurance*. *Occurance* dihitung berdasarkan peluang munculnya kejadian gagal dari total kemungkinan yang terjadi.

Tabel 2. 3 *Rating Nilai Occurance FMEA*

<i>Rating</i>	<i>Kategori</i>	<i>Peluang Muncul</i>	<i>Nilai</i>
1	<i>Remote</i>	1 dalam 1000000	0.0001%
2	<i>Low</i>	1 dalam 200000	0.0005%
3		1 dalam 40000	0.0025%
4	<i>Moderate</i>	1 dalam 10000	0.01%
5		1 dalam 4000	0.025%
6		1 dalam 80	1.25%
7	<i>High</i>	1 dalam 40	2.5%
8		1 dalam 20	5%
9	<i>Very High</i>	1 dalam 8	12.5%
10	<i>High</i>	1 dalam 2	50%

Sumber : Yang & El-Haik, 2003

- 7 Mengidentifikasi tindakan pengawasan yang dilakukan saat ini. Apabila saat ini tidak ada tindakan, maka diberikan tindakan perbaikan. Apabila tindakan yang ada saat ini masih menimbulkan kegagalan, maka dibuat tindakan perbaikan yang baru. Tindakan pengawasan ini dibuat untuk mendeteksi kegagalan yang terjadi.
- 8 Menentukan *detection* untuk memberikan *rating* subjektif berdasarkan kemungkinan sistem untuk mendeteksi kegagalan dan penyebabnya. *Rating detection* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. 4 *Rating Nilai Detection*

<i>Rating</i>	<i>Deskripsi</i>	<i>Peluang Muncul</i>	<i>Nilai</i>
1	Deskripsi sangat efektif. Tidak akan ada kesempatan bagi penyebab untuk muncul lagi	1 dalam 1000000	0.0001%
2	Kemungkinan penyebab untuk muncul adalah sangat rendah	1 dalam 200000	0.0005%
3		1 dalam 40000	0.0025%

Tabel 2. 5 *Rating Nilai Detection* (Lanjutan)

<i>Rating</i>	<i>Deskripsi</i>	<i>Peluang Muncul</i>	<i>Nilai</i>
4	Kemungkinan penyebab untuk muncul bersifat sedang, kadang - kadang penyebab itu terjadi	1 dalam 10000	0.01%
5		1 dalam 4000	0.025%
6		1 dalam 80	1.25%
7	Kemungkinan penyebab untuk muncul masih tinggi. Metode deteksi kurang efektif karena penyebab sering terjadi	1 dalam 40	2.5%
8		1 dalam 20	5%
9	Kemungkinan penyebab untuk muncul sangat tinggi. Penyebab selalu terjadi karena metode deteksi tidak efektif	1 dalam 8	12.5%
10		1 dalam 2	50%

Sumber : Yang & El-Haik, 2003

#### 9 Memberikan *ranking* kegagalan dalam bentuk prioritas

*Risk priority number* (RPN) dilakukan untuk mengetahui prioritas kegagalan setelah dilakukan identifikasi menggunakan *severity*, *detection*, dan *occurrence*. RPN merupakan *rating* resiko secara keseluruhan yang diperoleh dengan cara mengalikan faktor *severity*, *detection*, dan *occurrence*. Nilai maksimum dari RPN adalah 1000.

$$RPN = \text{severity (S)} \times \text{occurrence (O)} \times \text{detection (D)} \quad (2.1)$$

#### 10 Melaksanakan tindakan rekomendasi untuk perbaikan berdasarkan hasil RPN dan tindakan pengawasan yang baru

#### 11 Menganalisis ulang setelah dilakukan implementasi perbaikan untuk mengetahui apakah terjadi penurunan resiko kegagalan atau tidak

#### 2.2.4. *Improve*

Fase *improve* digunakan untuk mengoptimalkan proses menggunakan analisis – analisis seperti *design of experiment* (DOE) dan yang lainnya, untuk mengetahui dan mengendalikan kondisi optimum proses (Gaspersz, 2007).

Berikut adalah tahapan pada fase *improve* :

##### 1. Mengidentifikasi solusi yang layak

Setelah menemukan akar penyebab dari permasalahan yang ada, solusi yang memungkinkan dicari dan diimplementasi apabila memberi dampak

perbaikan yang signifikan terhadap permasalahan. Identifikasi solusi dapat dilakukan dengan FMEA.

## 2. Implementasi solusi

Pada saat mengimplementasikan solusi, dilakukan perancangan proses yang baru atau perbaikan untuk meningkatkan proses dengan menggunakan DOE, Poka Yoke, 5S dan sebagainya.

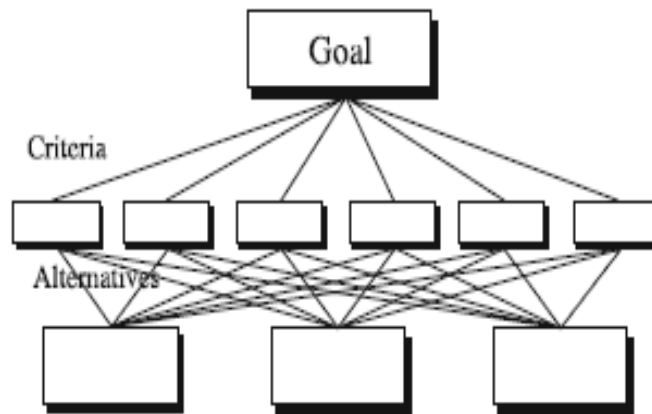
## 3. Memverifikasi solusi perbaikan

Solusi akan dilakukan verifikasi setelah diimplementasikan untuk mengetahui apakah perbaikan yang dilakukan telah memberikan dampak positif yang signifikan atau tidak. Proses verifikasi dapat dilakukan dengan menganalisis FMEA, nilai sigma, *cost benefit*, tingkat kecacatan produk setelah implementasi.

### 2.2.4.1 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Menurut Saaty (2002), *analytic hierarchy process* (AHP) merupakan pendekatan dasar untuk pengambilan keputusan dalam memilih sejumlah alternatif terbaik dari alternatif yang telah dievaluasi dengan beberapa kriteria. Dalam proses ini, pengambil keputusan melakukan penilaian perbandingan berpasangan sederhana yang kemudian digunakan untuk mengembangkan keseluruhan prioritas untuk menentukan peringkat alternatif (Saaty, 2012).

Untuk menentukan keputusan terbaik dengan menggunakan AHP, hal yang pertama dilakukan adalah membentuk faktor yang masuk dalam struktur hierarki. Hierarki didefinisikan sebagai sebuah representasi dari permasalahan yang kompleks ke dalam suatu struktur multi level. Struktur hierarki terdiri dari tiga tingkatan, yaitu tujuan keputusan di tingkat atas, kriteria – kriteria yang digunakan, dan faktor ketiga adalah alternatif yang akan dievaluasi. Gambar 2. 9 adalah struktur tiga level dalam hierarki AHP.



Gambar 2. 9 Tiga Level Hieraki AHP (Saaty, 2012)

Setelah menentukan faktor – faktor dalam struktur hierarki, maka langkah selanjutnya adalah penentuan prioritas keputusan. Tahap ini dilakukan secara kuantitatif untuk menghitung tingkat kepentingan satu elemen terhadap tingkat kepentingan elemen lainnya. Tabel 2.6 adalah tabel skala penilaian yang digunakan dalam AHP.

Pengujian terhadap konsistensi penilaian dilakukan setelah melakukan tahap perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*). Langkah ini diperlukan untuk meminimalisir subjektivitas penilaian terhadap beberapa alternatif pilihan. Pengujian terhadap konsistensi dapat dilakukan dengan menggunakan nilai CR (*consistency ratio*). Penilaian dikatakan konsisten ketika nilai  $CR \leq 10\%$ . Untuk melakukan perhitungan besarnya nilai CR dilakukan dengan dua langkah, yaitu melakukan perhitungan CI dan setelah itu dilakukan perhitungan nilai CR. Nilai CI dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2.2)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.3)$$

dimana:

$\lambda$  : nilai eigen

$n$  : jumlah variabel yang dibandingkan

CR : *consistency ratio*

RI : *random index*, sesuai dengan orto matriksnya

Tabel 2. 6 Skala Penilaian AHP

<b>Intensitas Kepentingan</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Penjelasan</b>
1	<i>Equal Importance</i>	Dua elemen mempunyai kontribusi yang sama besar terhadap tujuan
2	<i>Weak</i>	
3	<i>Moderate Importance</i>	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya.
4	<i>Moderate Plus</i>	
5	<i>Strong Importance</i>	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya.
6	<i>Strong Plus</i>	
7	<i>Very Strong or Demonstrated Importance</i>	Satu elemen yang kuat disokong dan diminan terlihat dalam praktek
8	<i>Very, Very Strong</i>	
9	<i>Extreme Importance</i>	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap yang lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan.
2,4,6,8	Nilai-nilai diantara dua nilai pertimbangan yang berdekatan	Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi di antara dua pilihan
Kebalikan	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka di banding dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibandingkan dengan i.	
Rasional	Rasio yang timbul dari skala yang ada	Jika konsistensi dipaksa untuk mendapatkan nilai numerik n untuk rentang matriks

Sumber : Saaty, 2012

#### 2.2.5. Control

Tahap *control* dilakukan untuk pengendalian terhadap proses secara terus menerus untuk meningkatkan kapabilitas proses (Gaspersz, 2007).

**(halaman ini sengaja dikosongkan)**

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi penelitian yang meliputi tahapan - tahapan penelitian atau urutan langkah yang dilakukan dalam proses penelitian.

### 3.1 Tahap Pendahuluan

Pada tahap pendahuluan akan dijelaskan mengenai permasalahan yang terjadi di proses produksi pupuk organik PT Petrokimia Gresik, perumusan masalah, penentuan tujuan, studi lapangan, dan studi literatur yang digunakan dalam penelitian tugas akhir.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Tahap Pendahuluan



#### 3.1.1 Tahap Studi Lapangan

Tahap studi lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi permasalahan eksisting yang ada di unit produksi pupuk organik petrogranik PT Petrokimia Gresik. Tahap ini dilakukan melalui pengamatan secara langsung dan wawancara. Pengamatan langsung dan wawancara dilakukan untuk mengetahui proses produksi pupuk petrogranik. Adanya pengamatan langsung dan wawancara akan digunakan untuk identifikasi permasalahan yang ada di perusahaan dan aktivitas produksi petrogranik.

#### 3.1.2 Identifikasi Permasalahan

Tahap selanjutnya dalam melakukan penelitian tugas akhir ini adalah melakukan identifikasi terhadap permasalahan yang ada di perusahaan. Identifikasi permasalahan dilakukan dengan cara *brainstorming* kepada pihak – pihak yang *expert* di produksi petrogranik dan melalui hasil identifikasi dari data historis perusahaan. Pada proses produksi pupuk organik (petrogranik) PT Petrokimia Gresik, permasalahan yang terjadi yaitu banyaknya produk yang harus diproses ulang (*rework*) akibat adanya *output* produk yang tidak sesuai standar sehingga masuk dalam kategori *defect*. Permasalahan lain yang terjadi yaitu aktivitas *waiting* mesin karena kerusakan (*breakdown*) mesin dan permasalahan inventori berupa kerusakan pada persediaan bahan baku dan produk jadi.

#### 3.1.3 Perumusan Masalah

Setelah dilakukan identifikasi permasalahan melalui hasil pengamatan pada kondisi eksisting, langkah selanjutnya yaitu penentuan rumusan masalah. Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mereduksi *waste* (pemborosan) pada proses produksi petrogranik menggunakan pendekatan *lean manufacturing*.

#### 3.1.4 Penentuan Tujuan

Penentuan tujuan dilakukan untuk menentukan sasaran yang akan dicapai dalam penelitian agar penelitian yang dilakukan lebih terarah. Adapun tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini yaitu mengidentifikasi keseluruhan *waste* pada

proses produksi petrogekanik dan menentukan *waste* kritis yang paling berpengaruh terhadap kualitas produksi petrogekanik PT Petrokimia Gresik, mengidentifikasi akar permasalahan penyebab terjadinya *waste* pada proses produksi, dan memberikan alternatif solusi perbaikan yang dapat diterapkan oleh perusahaan.

#### 3.1.5 Tahap Studi Literatur

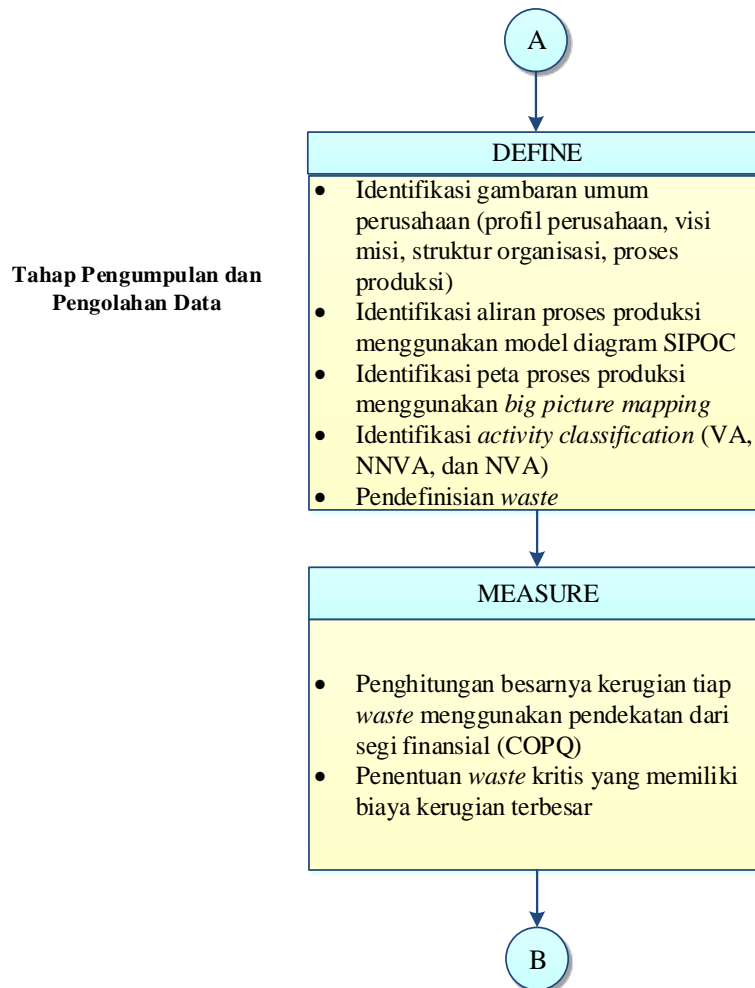
Dalam penelitian ini, studi literatur digunakan untuk menentukan landasan teori yang digunakan dalam menyelesaikan masalah. Beberapa teori dalam tinjauan pustaka penelitian antara lain konsep *lean manufacturing*, *framework* DMAIC, dan *tools* yang digunakan pada masing – masing metodologi. Pada tahap *define* (D), *tools* yang digunakan antara lain diagram SIPOC (*supplier, input, process, output, dan customer*), *big picture mapping*, dan *activity classification*. Tahap *measure* (M) terdiri dari pengukuran kerugian dari segi finansial atau yang disebut *cost of poor quality* (COPQ). Tahap *analyze* (A) terdiri dari *root cause analysis* dan *failure mode and effect analysis* (FMEA). Kemudian pada tahap *improve* (I) terdiri dari penentuan alternatif perbaikan menggunakan konsep *analytical hierarchy process* (AHP).

### 3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan sebagai *input* untuk pengolahan dan tahap perbaikan. Data yang dikumpulkan antara lain :

- Gambaran umum perusahaan
- Data alokasi dan realisasi petrogekanik
- Waktu produksi seluruh proses
- Data jenis dan jumlah produk *defect* (produk *out of spec*)
- Data bahan baku yang digunakan
- Jumlah inventori dan kerusakan persediaan bahan baku maupun produk jadi
- Data jadwal *breakdown* mesin dan *maintenance cost*
- dan lain – lain

Setelah dilakukan tahap pengumpulan data, maka pada tahap ini juga dilakukan pengolahan data menggunakan metodologi dalam *framework* DMAIC yaitu tahap *define* dan *measure*.



Gambar 3. 2 *Flowchart* Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

### 3.2.1 *Define*

Tahap *define* dilakukan untuk mendefinisikan seluruh permasalahan yang ada pada produksi petrokanik PT Petrokimia Gresik. Tahap ini dilakukan dengan pengamatan langsung di perusahaan dan *brainstorming* dengan pihak manajemen perusahaan. Langkah yang dilakukan pada tahap *define* yaitu identifikasi gambaran umum perusahaan meliputi profil perusahaan, visi – misi, struktur organisasi, dan proses produksi perusahaan. Dengan mengetahui beberapa hal umum tentang perusahaan maka akan didapatkan hasil identifikasi permasalahan

dan strategi awal untuk pertimbangan dalam menentukan perbaikan yang akan diterapkan di perusahaan. Langkah selanjutnya yaitu identifikasi aliran proses produksi menggunakan diagram SIPOC (*supplier, input, process, output, customer*) sehingga dapat diketahui batasan dari apa yang akan dikerjakan oleh masing – masing elemen produksi untuk menjawab kebutuhan *customer*. Peta proses produksi yang lebih kompleks kemudian dijelaskan menggunakan *big picture mapping* sehingga diketahui alur fisik dan informasi pada perusahaan. Untuk tahap *define* yang terakhir yaitu mengklasifikasikan seluruh aktivitas yang ada di perusahaan menjadi tiga kategori *value added activity*, *necessary non value added activity*, dan *non value added activity* untuk kemudian dilakukan identifikasi seluruh *waste* menggunakan sembilan *waste* (E - DOWNTIME).

### 3.2.2 Measure

Tahap *measure* dilakukan untuk mengukur kinerja proses pada kondisi eksisting. Langkah awal yang dilakukan pada tahap *measure* adalah menghitung *losses* semua *waste* dari segi finansial. Untuk menentukan *waste* kritis yang terjadi pada produksi petrokanik dapat dilihat dari hasil *losses* atau biaya kerugian terbesar yang dihitung sebelumnya.

## 3.3 Tahap Analisis dan Perbaikan

Dua metodologi dalam analisa dan perbaikan yaitu *analyze* dan *improve*. Berikut ini adalah penjelasan untuk tahap *analyze* dan *improvement*.

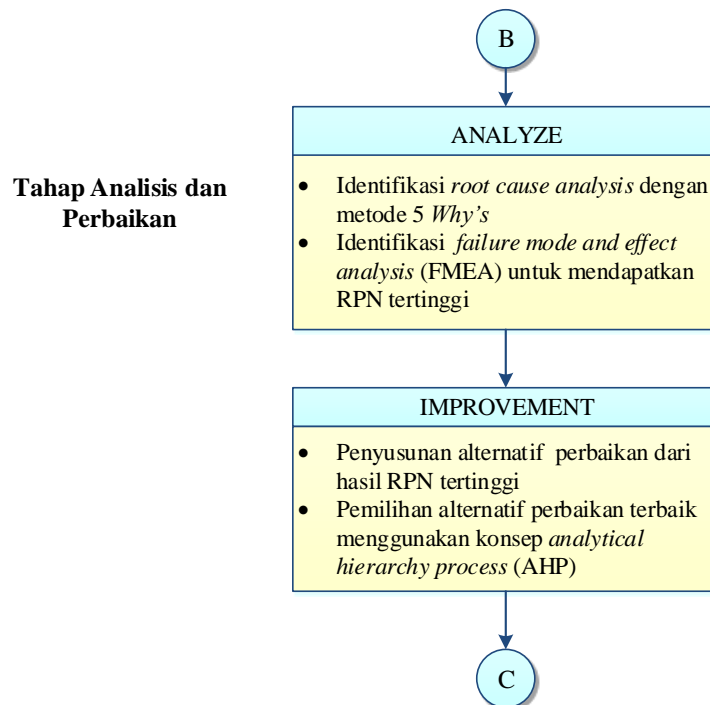
### 3.3.1 Analyze

Langkah *analyze* digunakan untuk mengetahui hubungan sebab akibat dari berbagai faktor yang diidentifikasi. Dua metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *root cause analysis* (RCA) dan *failure mode and effect analysis* (FMEA). Langkah awal yaitu mencari akar penyebab munculnya *waste* menggunakan *tools* dari RCA yaitu 5 *Why's*. Penyebab diidentifikasi dengan cara memberikan pertanyaan *Why* (mengapa) sebanyak lima kali secara berkelanjutan terhadap setiap *waste* kritis.

Setelah dilakukan identifikasi penyebab *waste* dengan 5 *Why's* maka langkah selanjutnya yaitu menentukan peluang kegagalan *waste* paling kritis yang akan dilakukan *improvement* menggunakan metode FMEA. Dari hasil identifikasi FMEA akan diketahui *root cause* yang memiliki nilai *risk priority number* (RPN) terbesar. Nilai RPN terbesar itulah yang menjadi *waste* kritis perusahaan dan akan menjadi fokus perbaikan. Pada penelitian ini FMEA didapatkan dari hasil wawancara dan penyebaran kuisioner dengan orang – orang yang *expert* di perusahaan.

### 3.3.2 *Improve*

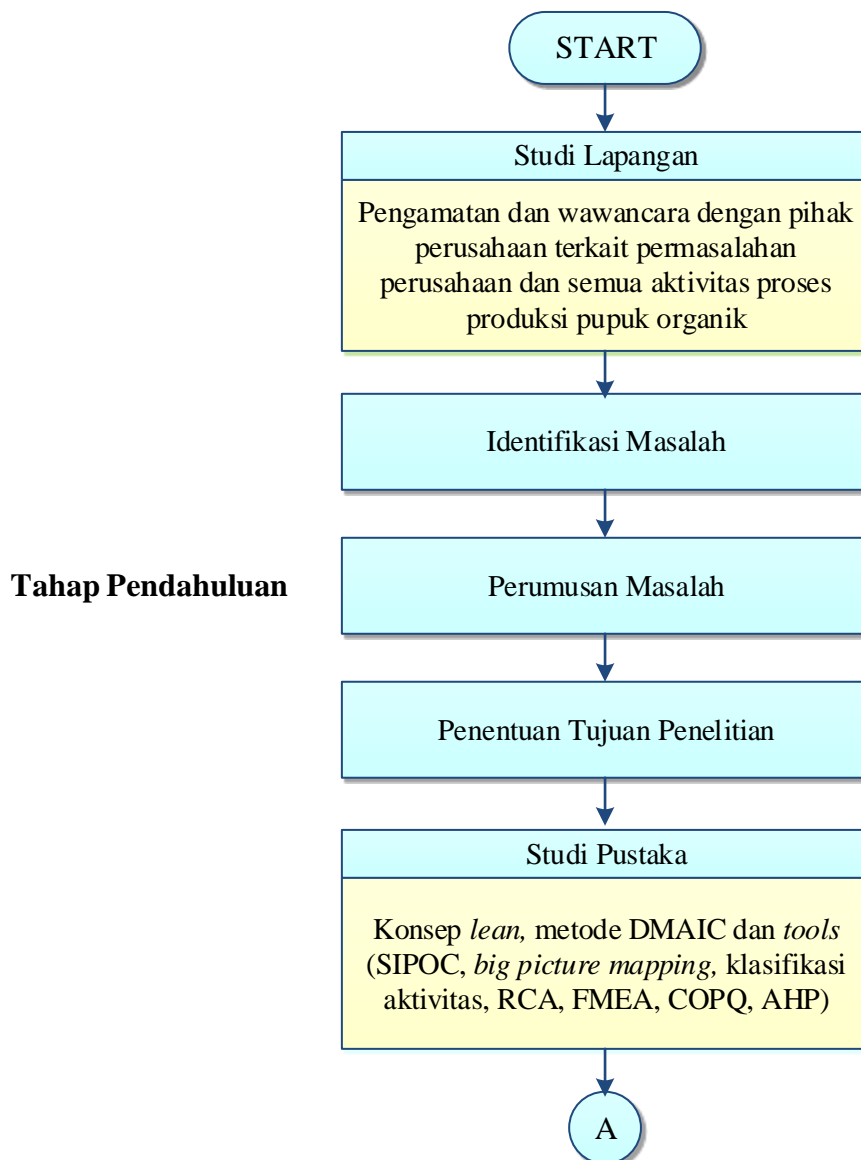
Tahap perbaikan (*improve*) dilakukan untuk menyusun serta memilih alternatif perbaikan yang diterapkan di perusahaan. Pada tahap ini akan diidentifikasi beberapa alternatif usulan untuk perbaikan. Beberapa alternatif tersebut didapatkan setelah mengetahui hasil RPN dari tahap *analyze* menggunakan metode FMEA. Selanjutnya akan dipilih salah satu alternatif perbaikan terbaik menggunakan konsep *analytical hierarchy process* (AHP). AHP dilakukan dengan penyebaran kuisioner yang diisi oleh orang yang *expert* di perusahaan. Kemudian hasil solusi dipilih menggunakan *software expert choice*.



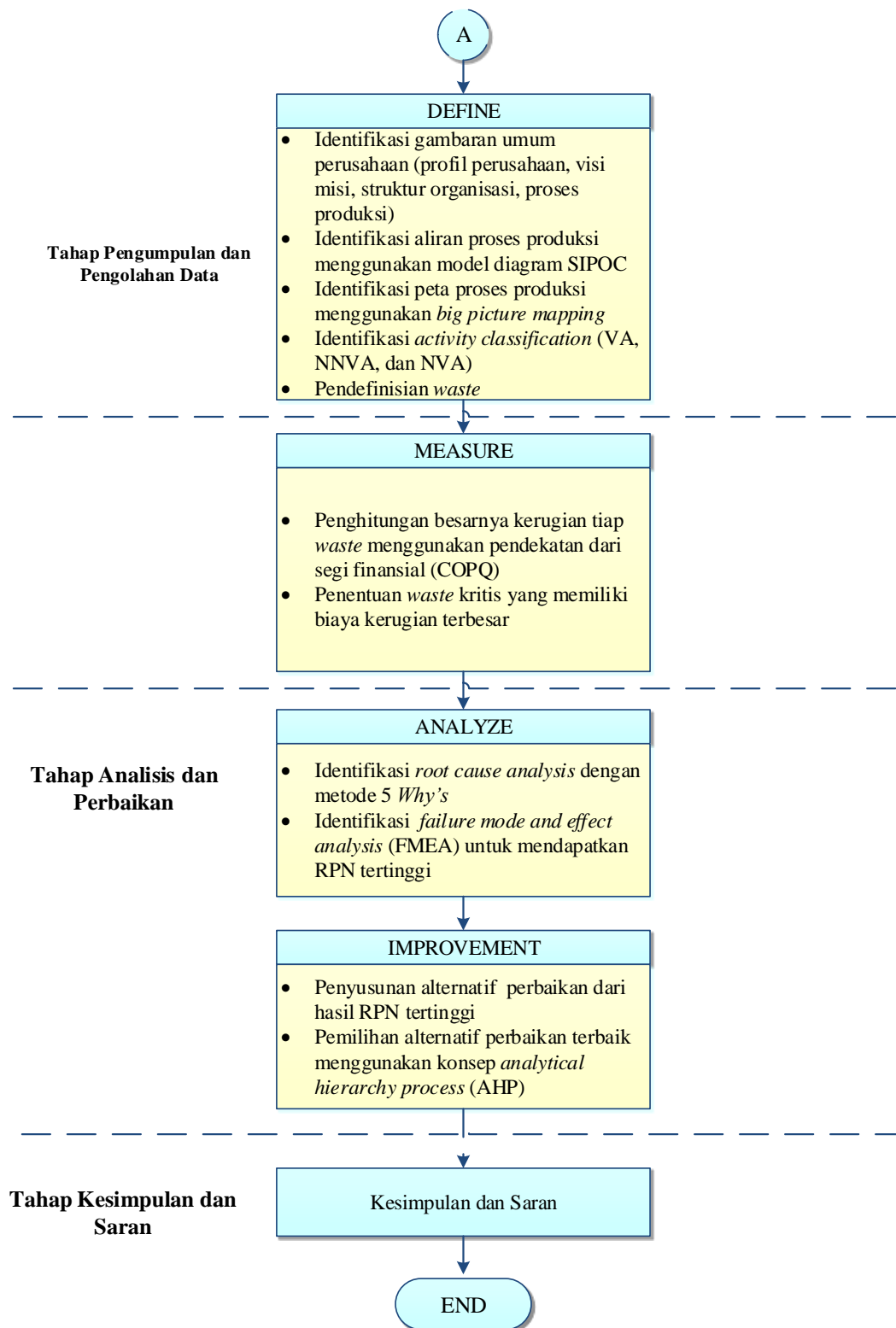
Gambar 3. 3 *Flowchart* Tahap Analisis dan Perbaikan

### 3.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap ini akan dilakukan proses penarikan kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian. Kesimpulan disusun dari hasil penelitian yang dilakukan. Saran berisi tentang rekomendasi agar penelitian selanjutnya dapat berkembang lebih baik. Secara keseluruhan *flowchart* penelitian tergambar pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5.



Gambar 3. 4 *Flowchart* Penelitian



Gambar 3. 5 Flowchart Penelitian (Lanjutan)

## **BAB 4**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab 4 akan dijelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data pada penelitian tugas akhir. Pengumpulan data dilakukan untuk data primer maupun data sekunder yang telah didapatkan dari perusahaan. Pengolahan data berisi tentang identifikasi permasalahan yang terjadi pada perusahaan.

#### **4.1 *Define***

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai tahap *define* yang digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan di proses produksi petrokanik. Tahap *define* diawali dengan pembuatan gambaran umum perusahaan, identifikasi diagram SIPOC, identifikasi *big picture mapping*, identifikasi dan klasifikasi aktivitas produksi, serta identifikasi jenis pemborosan (*waste*) pada proses produksi.

##### **4.1.1. Gambaran Umum Perusahaan**

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum PT Petrokimia Gresik sebagai perusahaan amatan dalam penelitian tugas akhir. Gambaran umum perusahaan terdiri dari profil perusahaan, struktur organisasi, dan proses produksi untuk produk amatan yaitu pupuk petrokanik.

##### **4.1.1.1 *Profil Perusahaan***

PT. Petrokimia Gresik merupakan produsen pupuk terlengkap di Indonesia yang tergabung dalam Pupuk Indonesia *Holding Company* (PIHC). Saat ini PT Petrokimia Gresik menempati lahan seluas 450 ha yang meliputi 3 kecamatan di daerah Gresik yaitu Kecamatan Gresik (Desa Ngipik, Karangturi, Sukorame, dan Tlogopojok), Kecamatan Kebomas (Desa Kebomas, Tlogopatut, dan Randuagung), dan Kecamatan Manyar (Desa Romo Meduran, Pojok Pesisir, dan Topen). Sebagai perusahaan yang ditujukan untuk mendukung program pemerintah dalam rangka meningkatkan produksi pertanian dan ketahanan pangan nasional, PT Petrokimia Gresik mampu memproduksi produk jenis pupuk dan non pupuk dengan kapasitas pabrik sebesar 6.177.600 ton per tahun. Produk jenis



pupuk yang diproduksi yaitu urea, ZA, SP-36, ZK, NPK phonska, NPK Kebomas, dan pupuk organik petroganik. Produk jenis non pupuk yang dihasilkan antara lain amoniak, asam sulfat, asam fosfat, *gypsum/cement retarder*, *alumunium fluoride*, CO<sub>2</sub> cair, asam klorida, serta berbagai produk inovasi yang lain (biofertil, petro gladiator, petro kalsipalm, petro *fish*, dan petro *chick*). Selain menghasilkan dan memasarkan produk pupuk dan non pupuk, PT Petrokimia Gresik juga menawarkan berbagai bentuk jasa dan pelayanan, antara lain : jasa pelabuhan, keahlian, fabrikasi, penelitian laboratorium, konstruksi dan rancang bangun, pendidikan dan latihan, dan lain-lain. Gambar 4.1 merupakan beberapa produk yang dihasilkan oleh PT Petrokimia Gresik.



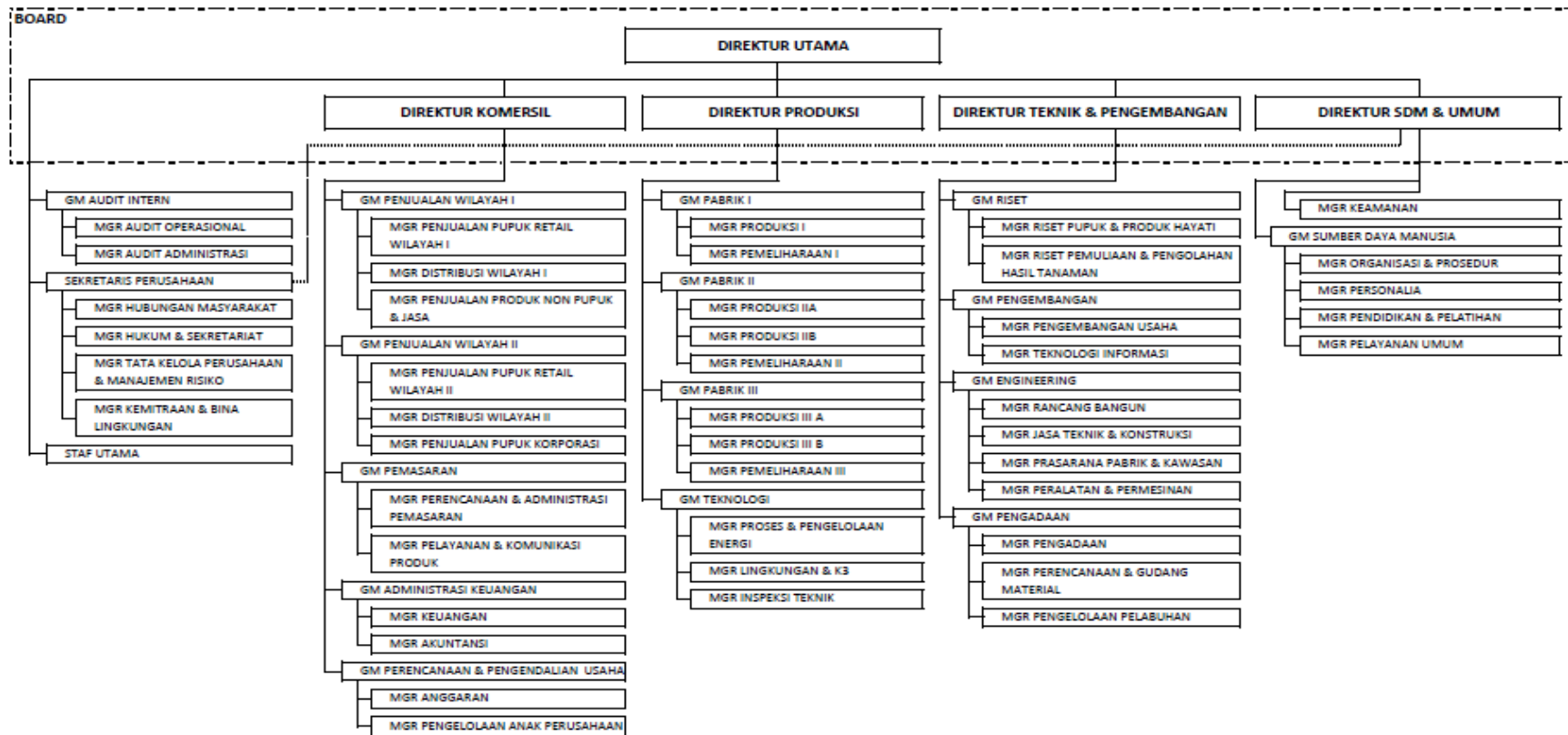
Gambar 4. 1 Hasil Produksi PT Petrokimia Gresik (PT Petrokimia Gresik, 2016)

Untuk mencapai cita – cita di masa mendatang, PT Petrokimia menetapkan visi yaitu “Menjadi Produsen Pupuk dan Produk Kimia Lainnya yang Berdaya Saing Tinggi, dan Produknya Paling Diminati Konsumen”. Kemudian untuk mencapai visi tersebut, perusahaan menentukan misi sebagai berikut :

1. Mendukung penyediaan pupuk nasional untuk tercapainya program swasembada pangan
2. Meningkatkan hasil usaha untuk menunjang kelancaran kegiatan operasional dan pengembangan usaha perusahaan
3. Mengembangkan potensi usaha untuk mendukung industri kimia nasional dan berperan aktif dalam *community development*

#### *4.1.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan*

Pada sub bab ini akan digambarkan mengenai struktur organisasi dari PT Petrokimia Gresik. Struktur organisasi yang digunakan PT Petrokimia Gresik merupakan struktur organisasi dengan tipe fungsional. Hal ini dapat menggambarkan bahwa dalam menjalankan proses bisnisnya, PT Petrokimia Gresik membagi fokus ke dalam beberapa bidang, yaitu : komersil, produksi, teknik dan pengembangan, dan SDM & Umum yang masing-masing dipimpin oleh seorang Direktur. Setiap bidang yang ada di perusahaan membawahi beberapa Departemen yang diketuai oleh *General Manager*. Masing – masing *General Manager* akan dibagi ke dalam beberapa bagian, dengan pemimpin atau Kepala Bagian yang disebut sebagai *Manager*. Gambar 4.2 merupakan struktur organisasi PT Petrokimia Gresik.



Gambar 4. 2 Struktur Organisasi Perusahaan (PT Petrokimia Gresik, 2016)

#### 4.1.1.3 Proses Produksi Pupuk Petroganik

Pupuk organik yang kemudian disebut petroganik merupakan salah satu produk jenis pupuk yang dihasilkan oleh PT Petrokimia Gresik. Petroganik bermanfaat untuk beberapa hal, antara lain :

1. Memperbaiki struktur dan tata udara tanah sehingga penyerapan unsur hara oleh akar tanaman menjadi lebih baik
2. Meningkatkan daya sangga air tanah sehingga ketersediaan air dalam tanah menjadi lebih baik
3. Menjadi penyangga unsur hara dalam tanah sehingga pemupukan lebih efisien
4. Sesuai untuk semua jenis tanah dan tanaman

Pabrik petroganik mulai beroperasi pada tahun 2005 dengan dibantu oleh 139 mitra petroganik yang tersebar di Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Timur, Bali, dan Nusa Tenggara Barat. Pupuk ini memiliki beberapa keunggulan antara lain :

1. Kadar C-organik tinggi
2. Berbentuk granul sehingga mudah dalam aplikasi
3. Aman dan ramah lingkungan (bebas mikroba patogen)
4. Bebas dari biji-bijian gulma
5. Kadar air rendah sehingga lebih efisien dalam pengangkutan dan penyimpanan
6. Dikemas dalam kantong kedap air

Produk petroganik dikatakan berkualitas apabila memenuhi spesifikasi C – organik > 15%, C/N ratio adalah 15 – 25, kadar air 4 – 12 %, pH 4 – 9, dan berwarna kecoklatan. Untuk memproduksi petroganik dilakukan beberapa proses produksi sebagai berikut :

1. *Crushing* (Penghalusan)

Penghalusan merupakan langkah awal dalam proses produksi petroganik. Proses ini menggunakan mesin *crusher* yang berfungsi untuk menghaluskan seluruh bahan baku yang akan diolah. Beberapa bahan

baku petrogranik yang dihaluskan yaitu kotoran ayam dan kotoran sapi. Selain untuk menghaluskan bahan baku yang akan diolah, proses ini juga dilakukan untuk memproses produk *oversize* dan *undersize* yang keluar sebagai produk cacat. Untuk melakukan proses ini dibutuhkan operator sebanyak dua orang per *shift*, satu orang di bagian pemasukan bahan ke dalam mesin dan satu orang yang lain di bagian pemilahan bahan dari barang pengganggu, misalnya plastik, serpihan besi, batu, kayu, jerami dan lain – lain. Gambar 4.3 merupakan gambar mesin *crusher* yang digunakan untuk proses penghalusan.



Gambar 4. 3 Mesin *Crusher* pada Proses Penghalusan  
(Dokumentasi Penulis, 2016)

## 2. *Mixing* (Pencampuran)

*Mixing* atau pencampuran merupakan langkah kedua pada proses produksi petrogranik. *Input* yang digunakan pada langkah ini adalah kotoran ayam dan kotoran sapi yang telah dihancurkan di bagian *crusher*. Penimbangan sesuai *consumption rate* juga dilakukan pada tahap ini, untuk selanjutnya akan dicampur secara manual oleh dua operator per *shift*. Bahan yang telah dicampur akan dimasukkan ke dalam tabung penyimpanan, untuk kemudian akan dikirim ke *belt conveyor* untuk proses produksi selanjutnya. Beberapa bahan yang dicampur pada langkah ini adalah kotoran ayam, kotoran sapi, kapur pertanian, dan blotong.

*Consumption rate* yang digunakan untuk kotoran ayam 40,5 %, kotoran sapi 40,5 %, kapur pertanian 8 %, dan blotong 10%. Sisa 1 % digunakan untuk *mixtro* yang akan ditambahkan pada proses berikutnya. Gambar 4.4 merupakan gambar proses *mixing* yang dilakukan operator di lantai produksi petrokanik.



Gambar 4. 4 Proses Pencampuran (Dokumentasi Penulis, 2016)

### 3. *Granulation* (Pembentukan Granul)

Langkah ketiga yang dilakukan adalah proses *granulation* atau pembentukan granul menggunakan mesin yang disebut *pan granulator*. *Input* yang digunakan pada proses ini adalah hasil pencampuran bahan baku pada tahap *mixing*. Pada produksi petrokanik digunakan tiga *pan granulator* dengan kapasitas masing – masing *pan* adalah 250 kg. Masing – masing mesin dikerjakan menggunakan tenaga manusia, dimana satu operator bertanggung jawab terhadap satu *pan* pada tiap *shift*. Jadi pada produksi petrokanik dibutuhkan tiga operator per *shift*. *Granulation* akan menjadi langkah untuk penambahan *mixtro* sebanyak 1% dan penambahan air. *Mixtro* digunakan sebagai media untuk membantu proses granulasi sekaligus untuk memperkaya unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Lamanya pembentukan granul bergantung kepada kualitas dari bahan baku dan air yang digunakan. Semakin baik

bahan baku, maka pembentukan granul menjadi lebih cepat dan tidak membutuhkan waktu yang lama. Jika air yang digunakan terlalu banyak, maka pembentukan granul pun menjadi lebih lama dari waktu seharusnya. Gambar 4.5 adalah proses pembentukan granul pada lantai produksi petrogekanik.



Gambar 4. 5 Proses Pembentukan Granul (Dokumentasi Penulis, 2016)

#### 4. Pengeringan

Proses pengeringan merupakan proses yang dilakukan setelah dilakukan proses granulasi. *Input* yang digunakan adalah produk berbentuk granul yang masih basah. Oleh karena itu pada bagian ini dilakukan proses pengeringan bahan baku agar siap dipasarkan. Selain berfungsi untuk mengeringkan granul, proses ini juga berfungsi untuk mengurangi gulma rumput yang ada. Proses pengeringan menggunakan satu mesin *dryer* yang bergerak sesuai rotasi yang berlawanan arah (*counter current*) dan sesuai arah (*co – current*) dengan suhu 300 hingga 350 derajat *celcius*. Pada proses pengeringan ini digunakan bahan bakar berupa batu bara. Karena bentuk proses ini dilakukan menggunakan mesin terotomasi, maka pada bagian ini hanya dilakukan satu operator yang bertugas untuk mengoperasikan mesin *burner* (pemanas) dan mengontrol proses.

Gambar 4.6 merupakan mesin pengering yang ada di lantai produksi petrokanik.



Gambar 4. 6 Proses Pengeringan (Dokumentasi Penulis, 2016)

## 5. Pendinginan

Proses pendinginan dilakukan menggunakan mesin *cooler*. Pada proses ini digunakan untuk mendinginkan granul yang keluar pada bagian pemanasan. Operator yang digunakan sebanyak satu orang per *shift*, yang mana orang tersebut merangkap *job desc* di bagian pendinginan dan pemanasan. Hal ini dilakukan karena operator hanya digunakan sebagai *controller* mesin yang bekerja secara otomatis. Gambar 4.7 adalah mesin yang digunakan untuk melakukan pendinginan granul.



Gambar 4. 7 Proses Pendinginan (Dokumentasi Penulis, 2016)



## 6. *Screening*

*Screening* merupakan langkah penyaringan granul yang keluar dari *cooler*. Pada mesin penyaring, terdapat tiga lubang penyaring yang berbeda, yaitu lubang penyaring granul *undersize* (ukuran  $<2$  mm), penyaring *oversize* (ukuran  $>5$  mm), dan penyaring untuk produk jadi atau produk baik (ukuran 2–5 mm). Produk *undersize* dan *oversize* merupakan produk yang akan diproses ulang ke langkah awal proses (*crushing*), sedangkan produk baik adalah produk yang akan diproses ke mesin *packaging*. Untuk melakukan proses ini dibutuhkan satu orang operator yang bertugas mengoperasikan mesin dan memasukkan karung ke dalam lubang penyaring. Beberapa mesin *screener* menggunakan dua tipe penyaringan, yang pertama *vibrating screen* dan yang kedua adalah *rotary screen*. *Vibrating screen* merupakan bentuk mesin *screener* dengan pola pergerakan berdasarkan getaran yang dihasilkan oleh mesin, sedangkan *rotary screen* merupakan pola pergerakan mesin mengikuti arah rotasi mesin. Pada produksi petrogekanik di PT Petrokimia Gresik, mesin yang digunakan adalah *screener* dengan pergerakan sesuai rotasi atau disebut *rotary screen*. Gambar 4.8 merupakan gambar proses penyaringan pada produksi petrogekanik.



Gambar 4. 8 Proses *Screening* (Dokumentasi Penulis, 2016)

## 7. *Packaging*

Setelah dilakukan proses penyaringan granul di mesin *screener*, maka granul yang masuk kategori baik akan dilanjutkan ke proses *packaging*. Proses ini dilakukan oleh satu orang operator per *shift* yang bertugas untuk mengoperasikan, memasukkan produk ke dalam karung, dan menjahit karung. Pengisian produk baik ke dalam karung berasal dari *hooper* yang terletak di bagian atas mesin *packaging*. Pengisian produk petrogranik adalah 32 kg per kantong. Gambar 4.9 merupakan proses *packaging* produk petrogranik.



Gambar 4. 9 Proses *Packaging* (Dokumentasi Penulis, 2016)

### 4.1.2. Identifikasi Diagram SIPOC

Diagram SIPOC merupakan salah satu diagram model untuk menggambarkan fungsi – fungsi operasional bisnis, merangkum *input* dan *output* dari suatu proses, serta menganalisis setiap elemen yang terlibat dalam proses secara lebih detail. Diagram SIPOC terdiri dari lima elemen, antara lain :

1. *Supplier* sebagai orang atau sekelompok orang yang memberikan informasi kunci atau *material* kepada proses maupun sub proses
2. *Input* merupakan segala sesuatu, baik informasi maupun *material* yang diberikan *supplier* kepada proses

3. *Process* merupakan sekumpulan langkah – langkah yang dilakukan untuk memberikan nilai tambah terhadap *input*. *Process* dapat terdiri dari beberapa sub proses
4. *Output* merupakan produk atau jasa yang dihasilkan dari proses
5. *Customer* merupakan orang, sekelompok orang, maupun sub proses yang menerima hasil dari *output*

Pada diagram SIPOC juga dijelaskan batasan dari masing – masing elemen untuk mengetahui persyaratan yang harus terpenuhi sehingga *output* yang dihasilkan sesuai keinginan. Secara lebih detail, diagram SIPOC produksi petrogekanik digambarkan pada Tabel 4.1 hingga Tabel 4.5.

Tabel 4. 1 Diagram SIPOC Produksi Petroganik

No	Supplier (S)	Input (I)		Process (P)		Output (O)		Customer (C)
		Input	Batasan	Aktivitas	Batasan	Output	Batasan	
1	Gudang bahan baku	Kotoran Ayam (KA)	Kematangan fermentasi bahan baku, tingkat kekeringan bahan baku, tempat penyimpanan bahan baku di <i>supplier, packaging</i> bahan baku, kuantitas bahan baku sesuai dengan PO	Penghancuran bahan baku di mesin <i>crusher</i>	Kapasitas mesin 1250 kg/jam	Bahan baku hancur	Ukuran bahan baku <3,5 mesh	Bagian <i>mixer</i>
		Kotoran Sapi (KS)			Tipe mesin : <i>hammer crusher</i> (Imp.mill)		KA, KS, dan bahan baku hancur diletakkan di karung terpisah	
		Blotong			Ukuran <i>material</i> masuk : <1,5 mesh			
		Kapur pertanian			Ukuran <i>material</i> keluar : <3,5 mesh			
		<i>Mixtro</i>			<i>Power</i> : 15 kW			
					Dilakukan semi otomasi			
2	Bagian <i>mixer</i>	Bahan baku hancur	Ukuran bahan baku <3,5 mesh	<i>Mixing</i> bahan baku di mesin <i>mixer</i>	Proses dilakukan secara manual	Bahan baku tercampur sesuai <i>consumption rate</i>	Kotoran ayam dan kotoran sapi 40,5%, blotong 10%, kapur pertanian 8%, mixtro 1%	Bagian <i>pan granulator</i>
			KA, KS, dan bahan baku hancur diletakkan di karung terpisah		Kapasitas tabung <i>mixer</i> 250 kg			

Tabel 4. 2 Diagram SIPOC Produksi Petroganik (Lanjutan)

No	Supplier (S)	Input (I)		Process (P)		Output (O)		Customer (C)
		Input	Batasan	Aktivitas	Batasan	Output	Batasan	
3	Bagian <i>pan granulator</i>	Bahan baku tercampur sesuai <i>consumption rate</i>	Kotoran ayam dan kotoran sapi 40,5%, blotong 10%, kapur pertanian 8%, <i>mixtro</i> 1%	Pembentukan granul di mesin <i>pan granulator</i>	Jumlah mesin : 3 unit	Granul basah	Bahan baku diterima karena telah terbentuk granul	Bagian <i>dryer</i>
					Diameter mesin 3000 mm		Bahan baku memiliki kandungan air yang cukup	
					Power 7,5 kW			
					Putaran 18,2 rpm			
					Kemiringan 45 - 55 derajat			
					Kapasitas 250 kg			
					Penambahan air dan <i>mixtro</i> 1 %			
					Dilakukan semi otomatis			

Tabel 4. 3 Diagram SIPOC Produksi Petroganik (Lanjutan)

No	Supplier (S)	Input (I)		Process (P)		Output (O)		Customer (C)
		Input	Batasan	Aktivitas	Batasan	Output	Batasan	
4	Bagian Dryer	Granul basah	Bahan baku diterima karena telah terbentuk granul	Pengeringan di mesin <i>dryer</i>	Kapasitas 1250 kg/jam	Granul kering	Pengiriman langsung ke <i>cooler</i>	Bagian <i>cooler</i>
			Bahan baku memiliki kandungan air yang cukup		Tipe : <i>rotary drum</i> , Diameter : 1100 mm		Transportasi menggunakan <i>konveyor</i>	
					Panjang : 11 meter		Kadar air <11%	
					Putaran : 5 - 6 rpm			
					Sudut <i>slove</i> : 0,76 derajat			
					<i>Flow</i> : <i>counter current</i>			
					<i>Material</i> mesin : <i>plate</i> dan <i>profil CS</i>			
					<i>Power</i> : 15 HP/11,1 kW /1450 rpm			
					<i>Gear box</i> : <i>fixed star</i>			

Tabel 4. 4 Diagram SIPOC Produksi Petroganik (Lanjutan)

No	Supplier (S)	Input (I)		Process (P)		Output (O)		Customer (C)
		Input	Batasan	Aktivitas	Batasan	Output	Batasan	
5	Bagian cooler	Granul kering	Kadar air memenuhi <11%	Pendinginan di mesin cooler	Dilakukan <i>full automation</i>	Granul dingin	Pengiriman langsung ke screener	Bagian screen
					Jumlah <i>exhaust fan</i> 1, <i>cyclone</i> 1		Transportasi menggunakan <i>konveyor</i>	
					Kapasitas 7900 kg / jam			
					Power 5,5 - 7,5 kW			
6	Bagian screen	Granul dingin	Granul telah didinginkan rata - rata selama 25 menit	Penyaringan di mesin screener	Kapasitas 1250 kg/jam	Produk granul (butiran)	Granul yang keluar terdiri dari :	Bagian packaging
					Panjang mesin 1000 mm		produk jadi (ukuran 2-5 mm)	
					Lebar mesin 800 mm		produk <i>oversize</i> (ukuran >5 mm)	
					Power 1,1 kW		produk <i>undersize</i> (ukuran <2 mm)	

Tabel 4. 5 Diagram SIPOC Produksi Petroganik (Lanjutan)

No	Supplier (S)	Input (I)		Process (P)		Output (O)		Customer (C)
		Input	Batasan	Aktivitas	Batasan	Output	Batasan	
7	Bagian packaging	Granul produk baik	Ukuran produk 2-5 mm	Pengemasan	Volume karung lebih besar atau sama dengan 42 kg per karung	Produk petroganik	Kandungan C organik minimal 15 %	Gudang produk jadi
							Kandungan C/N ratio 15 - 25	
							Kadar air 4-12 %	
							Ukuran produk 2-5 mm	
							kandungan pH 4 - 9	
							Kandungan Fe total maks 9000 ppm	
							Kemasan baik, jahitan rapi, kemasan telah dicentang	



#### 4.1.3. *Big Picture Mapping*

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai *big picture mapping* pada perusahaan. Hal ini digunakan untuk mengidentifikasi sistem secara keseluruhan melalui penggambaran dengan aliran informasi dan aliran fisik pada PT Petrokimia Gresik.

##### 4.1.3.1. *Aliran Informasi*

Gambar 4.10 merupakan aliran informasi *existing* pada proses produksi pupuk petrogranik PT Petrokimia Gresik yang dilakukan berdasarkan hasil pengamatan di perusahaan. Berikut ini adalah penjelasan mengenai aliran informasi yang terjadi.

- 1 Pemesanan dari konsumen akan diterima oleh Departemen *Marketing*, kemudian disampaikan ke Departemen Pengendalian Gudang dan Material (PGM). Informasi yang datang ke Departemen PGM akan disampaikan kepada Departemen Pengadaan.
- 2 Departemen Pengadaan akan melakukan pengecekan ketersediaan produk di gudang sebelum melakukan pemesanan bahan baku kepada pemasok (*supplier*).
- 3 Departemen Pengadaan akan menerima informasi dari bagian administrasi terkait laporan ketersediaan produk dan bahan baku di gudang.
- 4 Sebelum disampaikan kepada Departemen Pengadaan, bagian administrasi akan menerima laporan dari Departemen Produksi terkait ketersediaan produk dan bahan baku yang ada di gudang.
- 5 Setelah melakukan pencatatan sisa produk dan persediaan bahan baku, bagian administrasi akan melaporkan kepada Departemen Pengadaan.
- 6 Departemen Pengadaan akan melakukan pemesanan bahan baku kepada pemasok (*supplier*) sesuai kebutuhan dari permintaan yang akan dipenuhi.
- 7 Jika bahan baku telah tiba di perusahaan, maka akan dikirim ke Departemen PGM untuk disimpan di gudang sebelum dikirim ke pabrik, bahan baku yang tidak memenuhi kesesuaian kuantitas akan

dikembalikan kepada pemasok (*supplier*) untuk diganti dengan jumlah yang seharusnya.

- 8 Departemen PGM akan mengirimkan bahan baku sesuai kebutuhan pabrik kepada bagian produksi di pupuk petrokanik.
- 9 Operator produksi akan melakukan tugasnya dengan melakukan proses produksi sesuai langkah produksi pupuk petrokanik dan menyampaikan informasi kepada Bagian Administrasi tentang hasil produksi, ketersediaan bahan baku, dan jumlah stok yang ada di gudang pabrik.
- 10 Ketika produk telah selesai diproses, maka akan dilakukan inspeksi produk jadi oleh Laboratorium Uji Kimia PT Petrokimia Gresik dengan pengambilan sampel sebesar 10% dari produk jadi. Apabila ditemukan produk yang cacat, maka akan dilakukan proses ulang atau *rework*.
- 11 Keseluruhan produk yang telah memenuhi standar akan disimpan di gudang produk jadi, kemudian bagian produksi akan menghubungi Departemen Distribusi Wilayah untuk melakukan pengambilan produk jadi melalui informasi yang disampaikan kepada Bagian Administrasi.
- 12 Departemen Distribusi Wilayah akan mengirimkan produk ke distributor, *retail*, dan selanjutnya akan dikirimkan kepada petani.

#### 4.1.3.2. Aliran Fisik

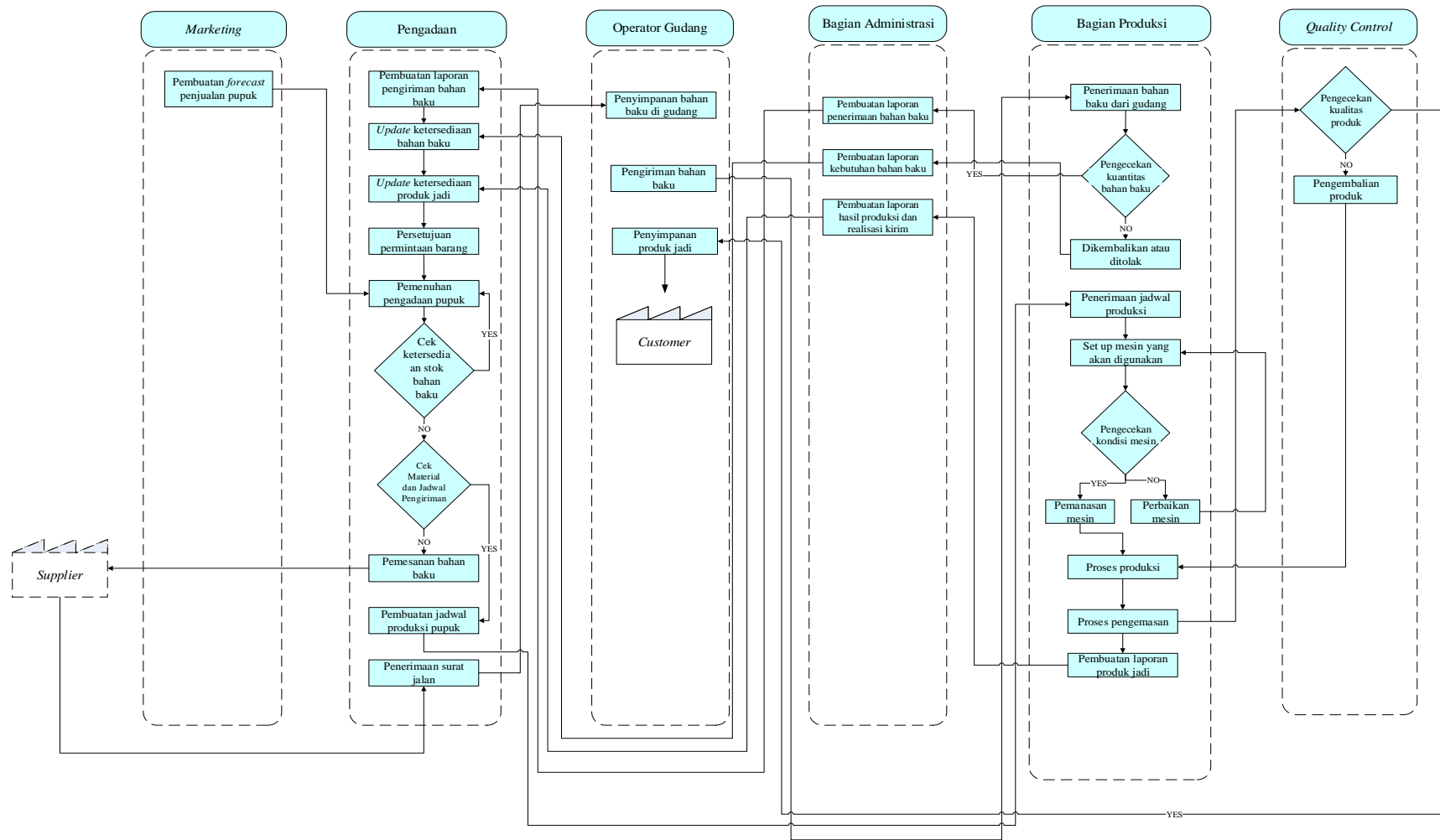
Aliran fisik dilakukan untuk menggambarkan aliran material atau produk pada proses produksi pupuk petrokanik PT Petrokimia Gresik. Penggambaran aliran fisik dilakukan melalui hasil pengamatan pada proses produksi petrokanik serta wawancara kepada pihak *expert* perusahaan. Berikut ini merupakan penjelasan aliran fisik proses produksi pupuk petrokanik.

1. Aliran fisik dimulai dari pengiriman bahan baku dari pemasok (*supplier*) ke gudang penyimpanan bahan baku. Untuk pupuk petrokanik, kontroling bahan baku yang masuk dilakukan oleh pekerja di bagian pengadaan yang turun langsung ke gudang untuk mengontrol kesesuaian jumlah bahan baku yang dipesan dengan bahan baku yang dikirim *supplier*.

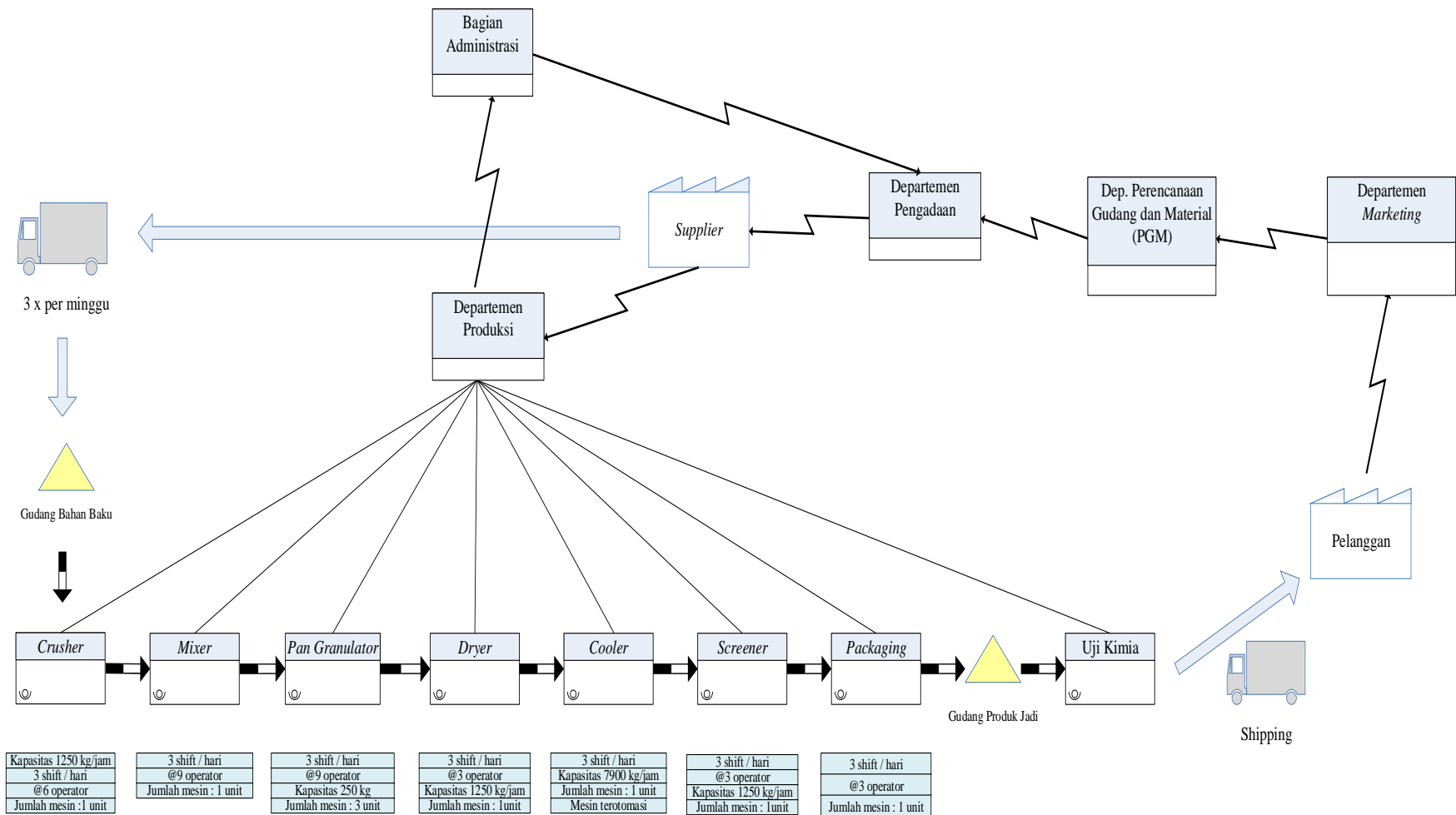
2. Apabila bahan baku telah sesuai, maka proses produksi petrogekanik dapat dilakukan. Proses produksi diawali dengan penghancuran bahan baku kotoran ayam dan kotoran sapi di mesin *crusher*. Proses penghancuran dilakukan oleh dua operator pada tiap *shift*. Sehingga apabila dilakukan selama tiga *shift* per hari, maka operator yang dibutuhkan adalah 6 orang per hari.
3. Proses pencampuran bahan baku di mesin *mixer*. Bahan baku yang dicampur yaitu kotoran ayam, kotoran sapi, kapur pertanian, dan blotong. *Consumption rate* yang digunakan untuk kotoran ayam 40,5 %, kotoran sapi 40,5 %, kapur pertanian 8 %, dan blotong 10%. Sisa 1 % digunakan untuk *mixtro* yang akan ditambahkan pada proses berikutnya. Pada proses *mixing*, dibutuhkan tiga orang pekerja pada tiap *shift*. Proses *mixing* dikerjakan secara manual tanpa bantuan mesin, sehingga pada proses ini seringkali ditemukan aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activity*) yang dilakukan oleh pekerja.
4. Pengiriman bahan baku menggunakan *belt conveyor* ke stasiun granulasi. Proses *granulation* atau pembentukan granul menggunakan mesin yang disebut *pan granulator*. Pada produksi petrogekanik digunakan tiga *pan granulator* dengan kapasitas mesin adalah 250 kg. Masing – masing mesin dikerjakan menggunakan tenaga kerja manusia, dimana satu operator bertanggung jawab terhadap satu *pan* pada tiap *shift*. Jadi pada produksi petrogekanik dibutuhkan tiga operator per *shift*.
5. Setelah produk berbentuk granul, maka akan dikirim ke mesin *dryer* untuk dilakukan proses pengeringan menggunakan *belt conveyor*. Proses pengeringan menggunakan satu mesin *dryer* yang bergerak sesuai rotasi yang berlawanan arah (*counter current*) dan sesuai arah (*co – current*) dengan suhu 300 hingga 350 derajat *celcius*. Satu operator pada mesin *dryer* bertugas untuk mengoperasikan mesin *burner* (pemanas) dan mengontrol proses.
6. Proses pendinginan dilakukan menggunakan mesin *dryer*. Operator yang digunakan sebanyak satu orang, yang mana orang tersebut merangkap *job desc* di bagian pendinginan dan pemanasan.

7. *Screening* merupakan langkah penyaringan granul yang keluar dari *cooler*. Untuk melakukan proses ini dibutuhkan satu orang operator yang bertugas mengoperasikan mesin dan memasukkan karung ke dalam lubang penyaring. Pada produksi petrokanik di PT Petrokimia Gresik, mesin yang digunakan adalah *screener* dengan pergerakan sesuai rotasi atau disebut *rotary screen*.
8. Setelah dilakukan proses penyaringan granul di mesin *screener*, maka granul yang masuk kategori baik akan masuk diproses *packaging*. Proses ini dilakukan oleh satu orang operator yang bertugas untuk mengoperasikan, memasukkan produk ke dalam karung, dan menjahit karung. Pengisian produk petrokanik adalah 32 kg per kantong.
9. Setelah produk petrokanik dikemas, maka produk akan dimasukkan ke dalam gudang produk jadi. Untuk proses selanjutnya adalah proses inspeksi untuk mengetahui standar kualitas produk sudah terpenuhi atau belum. Proses inspeksi dilakukan di laboratorium uji kimia milik PT Petrokimia Gresik dengan cara mengambil sampel sebanyak 10% dari jumlah produk yang dihasilkan.

Dari hasil *brainstorming* dengan pihak perusahaan dan pengamatan yang dilakukan di lantai produksi, pemborosan (*waste*) sering terjadi pada bagian *crusher* dan *screener*. Contoh kasus yang menyebabkan *waste* pada *crusher* adalah kerusakan mesin *crusher*. Kerusakan tersebut mengakibatkan proses produksi harus berhenti karena dilakukan untuk *maintenance* mesin. Untuk permasalahan yang terjadi di bagian *screener* terjadi karena adanya keluaran (*output*) produk *oversize* dan *undersize*. Apabila mesin *screener* mampu mengeluarkan *oversize* dan *undersize* kurang dari standar yang ditentukan yaitu 5%, maka produk tersebut tidak dikatakan sebagai *waste*. Namun pada kenyataannya, produk *oversize* dan *undersize* melebihi standar tersebut. Gambar 4.10 merupakan gambar *big picture mapping* pada proses produksi petrokanik PT Petrokimia Gresik.



Gambar 4. 10 Aliran Informasi Proses Produksi Petroganik



Gambar 4. 11 Big Picture Mapping Proses Produksi Petrokanik

#### 4.1.4. Identifikasi Aktivitas pada Proses Produksi

Identifikasi aktivitas dilakukan untuk mengetahui aktivitas sumber daya manusia atau operator yang dilakukan pada proses produksi pupuk petrokanik. Pada konsep *lean manufacturing* dapat diketahui bahwa tujuan dari pendekatan ini adalah mengeliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added activity*). Reduksi *non value added activity* akan membantu perusahaan untuk mengurangi potensi terjadinya pemborosan (*waste*) pada proses produksi pupuk petrokanik PT Petrokimia Gresik.

##### 4.1.4.1 Aktivitas Proses Produksi

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai aktivitas produksi yang ada di produksi pupuk petrokanik sesuai *standard operational process* (SOP) perusahaan yang dijelaskan pada Tabel 4.6 dan 4.7.

Tabel 4. 6 Aktivitas Proses Produksi sesuai SOP

No	Proses	Aktivitas sesuai SOP
1	<i>Crushing</i>	Menyalakan breaker panel pada posisi ON
		Memasukkan bahan baku ke dalam lubang <i>crusher</i>
		Mengisi <i>hopper</i> dengan bahan baku secara bertahap
		Menekan tombol untuk mengeluarkan hasil <i>crusher</i>
		Memasukkan bahan baku halus ke dalam karung
2	<i>Mixing</i>	Menimbang bahan baku yang akan dicampur
		Mencampur bahan baku halus sesuai <i>consumption rate</i>
3	Pembentukan Granul	Menyalakan <i>breaker panel</i> pada posisi ON untuk memutar mesin
		Mengisi <i>pan granulator</i> dengan bahan baku dari <i>belt conveyor mixer</i>
		Mengaduk bahan petrokanik hingga berbentuk granul
		Menekan tombol di mesin untuk memasukkan <i>mixtro</i> dan air
		Mengalirkan produk granul basah ke dalam <i>belt konveyor</i>
4	Pengeringan	Menyalakan mesin <i>burner</i> pada posisi ON
		Menyalakan mesin untuk mengalirkan granul ke dalam mesin pendingin
5	Pendinginan	Menyambungkan sistem pelistrikan pada mesin <i>cooler</i>
		Menyalakan mesin untuk mengirimkan granul ke mesin <i>screener</i>

Tabel 4. 7 Aktivitas Proses Produksi sesuai SOP (Lanjutan)

No	Proses	Aktivitas sesuai SOP
6	Penyaringan	Menyalakan mesin <i>screener</i>
		Memasukkan produk yang keluar dari masing - masing <i>screen</i> ke dalam karung (produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> )
		Memasukkan produk jadi ke dalam <i>hopper</i> bagian <i>packaging</i>
7	Pengemasan	Menyalakan mesin pengemasan
		Menyalakan mesin jahit
		Menjahit karung produk jadi

Tabel 4.6 dan 4.7 merupakan aktivitas – aktivitas yang seharusnya dilakukan oleh operator produksi pada masing – masing proses. Proses produksi pupuk petrogranik dibedakan menjadi tujuh stasiun proses, antara lain *crushing*, *mixing*, pembentukan granul, pengeringan, pendinginan, penyaringan, dan pengemasan. Pada masing – masing proses telah dijelaskan macam – macam aktivitas yang seharusnya dilakukan oleh operator. Beberapa aktivitas yang sesuai SOP tersebut merupakan aktivitas yang bernilai tambah (*value added activity*), sehingga harus diikuti oleh operator agar proses produksi berjalan lancar dan tidak terjadi pemborosan (*waste*) pada produksi petrogranik.

#### 4.1.4.2 Klasifikasi Aktivitas pada Proses Produksi

Klasifikasi aktivitas dilakukan untuk mengidentifikasi aktivitas – aktivitas yang dilakukan oleh operator selama melakukan produksi petrogranik. Pada penelitian ini, klasifikasi aktivitas dilakukan dengan cara melakukan *brainstorming* kepada pihak – pihak terkait dan pengamatan langsung ke lapangan. Hasil identifikasi aktivitas pada setiap proses akan diklasifikasikan berdasarkan pada jenis aktivitas, antara lain :

- VA = *value added activity*
- NVA = *non value added activity*
- NNVA = *necessary but non value added activity*



## 1. Proses *Crushing*

Tabel 4.8 merupakan tabel klasifikasi aktivitas pada proses produksi petrogekanik di proses penghancuran bahan baku (*crushing*).

Tabel 4. 8 Klasifikasi Aktivitas Proses *Crushing*

Proses	Kode	Aktivitas	VA	NVA	NNVA
<i>Crushing</i>					
	1a	Memindahkan bahan baku dari gudang ke proses <i>crusher</i>			✓
	1b	Mencari alat untuk memindahkan bahan baku dari <i>forklift</i>		✓	
	1c	Mencari palet kosong untuk penempatan bahan baku		✓	
	1d	Menyusun bahan baku yang akan diproses ke dalam palet			✓
	1e	Membuka karung bahan baku			✓
	1f	Menyalakan <i>breaker panel</i> pada posisi ON	✓		
	1g	Memasukkan bahan baku ke dalam lubang <i>crusher</i>	✓		
	1h	Membiarkan mesin dalam posisi kosong untuk pengecekan terjadinya kerusakan mesin			✓
	1i	Memutar tuas untuk membuka pintu tempat keluarnya bahan baku dari lubang penampung			✓
	1j	Mengisi <i>hopper</i> dengan bahan baku secara bertahap	✓		
	1k	Mencari wadah untuk menyimpan barang pengganggu bahan baku		✓	
	1l	Memisahkan bahan pengganggu dari bahan baku di <i>belt konveyor</i> (kayu, serat jerami, logam, plastik, dll)			✓
	1m	Mengobrol dengan pekerja lain		✓	
	1n	Menekan tombol untuk mengeluarkan hasil <i>crusher</i>	✓		
	1o	Mencari karung untuk bahan baku yang telah halus		✓	
	1p	Memasukkan bahan baku halus ke dalam karung			✓
	1q	Melakukan penataan ke dalam palet			✓
	1r	Membersihkan mesin dan area sekitar <i>crusher</i>		✓	
<b>JUMLAH</b>			<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>

Pada proses *crushing* untuk produksi petrogekanik, dapat diketahui bahwa terdapat empat aktivitas *value added*, enam aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added activity*), dan delapan aktivitas *necessary but non value added activity*. Beberapa aktivitas *non value added* pada proses *crushing*, antara lain :

1. Mencari alat untuk memindahkan bahan baku dari *forklift*
2. Mencari palet kosong untuk penempatan bahan baku
3. Mencari wadah untuk menyimpan barang pengganggu bahan baku
4. Mengobrol dengan pekerja lain
5. Mencari karung untuk bahan baku yang telah halus
6. Membersihkan mesin dan area sekitar *crusher*

## 2. Proses *Mixing*

Tabel 4.9 merupakan tabel klasifikasi aktivitas pada proses produksi petrogekanik di proses pencampuran bahan baku (*mixing*).

Tabel 4. 9 Klasifikasi Aktivitas Proses *Mixing*

Proses	Kode	Aktivitas	VA	NVA	NNVA
<i>Mixing</i>					
	2a	Menunggu bahan halus dari <i>crusher</i> tertumpuk dalam jumlah banyak		✓	
	2b	Memindahkan bahan baku halus dari palet <i>crusher</i> ke bagian <i>mixer</i>			✓
	2c	Menumpuk bahan baku halus di area yang dekat dengan <i>mixer</i>			✓
	2d	Menimbang bahan baku yang akan dicampur	✓		
	2e	Menuangkan bahan baku KA, KS dan kapur ke dalam lubang <i>mixer</i>			✓
	2f	Mencari alat <i>mixing</i>		✓	
	2g	Mencampur bahan baku halus sesuai <i>consumption rate</i>	✓		
	2h	Memutar tuas untuk membuka pintu tempat keluarnya bahan baku tercampur dari lubang <i>mixer</i>			✓
<b>JUMLAH</b>			<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>

Pada proses *mixing* untuk produksi petrogranik, dapat diketahui bahwa terdapat dua aktivitas *value added*, dua aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added activity*), dan empat aktivitas *necessary but non value added activity*. Beberapa aktivitas *non value added* pada proses *mixing*, antara lain menunggu bahan halus dari *crusher* tertumpuk dalam jumlah banyak dan mencari alat *mixing*.

### 3. Proses Pembentukan Granul

Tabel 4.10 merupakan tabel klasifikasi aktivitas pada proses produksi petrogranik di proses pembentukan granul.

Tabel 4. 10 Klasifikasi Aktivitas Proses Pembentukan Granul

Proses	Kode	Aktivitas	VA	NVA	NNVA
Pembentukan Granul					
	3a	Mencari alat untuk membersihkan sisa bahan petrogranik di mesin		✓	
	3b	Membersihkan bahan petrogranik yang menempel di mesin dan area sekitar mesin		✓	
	3c	Mencari alat untuk mengaduk bahan petrogranik		✓	
	3d	Menyalakan <i>breaker panel</i> pada posisi ON untuk memutar mesin	✓		
	3e	Membiarkan mesin dalam posisi kosong untuk pengecekan terjadinya kerusakan mesin			✓
	3f	Mengisi <i>pan granulator</i> dengan bahan baku dari <i>belt conveyor mixer</i>	✓		
	3g	Mengaduk bahan petrogranik hingga berbentuk granul	✓		
	3h	Menekan tombol di mesin untuk memasukkan <i>mistro</i> dan air	✓		
	3i	Menguji bahan petrogranik (oleh operator), telah berbentuk granul atau belum			✓
	3j	Mengobrol saat menunggu menjadi granul		✓	
	3k	Mengalirkan produk granul basah ke dalam <i>belt conveyor</i>	✓		
<b>JUMLAH</b>			<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

Pada proses pembentukan granul untuk produksi petroganik, dapat diketahui bahwa terdapat lima aktivitas *value added*, empat aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added activity*), dan dua aktivitas *necessary but non value added activity*. Beberapa aktivitas *non value added* pada proses pembentukan granul, antara lain :

1. Mencari alat untuk membersihkan sisa bahan petroganik di mesin
2. Membersihkan bahan petroganik yang menempel di mesin dan area sekitar mesin
3. Mencari alat untuk mengaduk bahan petroganik
4. Mengobrol saat menunggu menjadi granul

#### 4. Proses Pengeringan

Tabel 4.11 merupakan tabel klasifikasi aktivitas pada proses produksi petroganik di proses pengeringan.

Tabel 4. 11 Klasifikasi Aktivitas Proses Pengeringan

Proses	Kode	Aktivitas	VA	NVA	NNVA
Pengeringan					
	4a	Mencari alat untuk memindahkan batu bara (bahan bakar <i>burner</i> / pemanas)		✓	
	4b	Membuka karung tempat penyimpanan batu bara			✓
	4c	Memasukkan batu bara ke dalam mesin <i>burner</i>			✓
	4d	Menyalakan mesin <i>burner</i> pada posisi ON	✓		
	4e	Mengatur suhu yang dibutuhkan untuk melakukan pengeringan			✓
	4f	Meninggalkan stasiun pengeringan untuk mengobrol dengan operator lain atau ke luar area produksi		✓	
	4g	Menyalakan mesin untuk mengalirkan granul ke dalam mesin pendingin	✓		
<b>JUMLAH</b>			<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

Pada proses pengeringan untuk produksi petroganik, dapat diketahui bahwa terdapat dua aktivitas *value added*, dua aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added activity*), dan tiga aktivitas *necessary but non value*

*added activity*. Beberapa aktivitas *non value added* pada proses pengeringan, antara lain :

1. Mencari alat untuk memindahkan batu bara (bahan bakar *burner* / pemanas)
2. Meninggalkan stasiun pengeringan untuk mengobrol dengan operator lain atau ke luar area produksi

## 5. Proses Pendinginan

Tabel 4.12 merupakan tabel klasifikasi aktivitas pada proses produksi petrogekanik di proses pendinginan.

Tabel 4. 12 Klasifikasi Aktivitas Proses Pendinginan

Proses	Kode	Aktivitas	VA	NVA	NNVA
Pendinginan					
	5a	Membersihkan mesin <i>cooler</i> sebelum dioperasikan		✓	
	5b	Menyambungkan sistem pelistrikan pada mesin <i>cooler</i>	✓		
	5c	Mengatur suhu yang dibutuhkan untuk melakukan pendinginan			✓
	5d	Menyalakan mesin untuk mengirimkan granul ke mesin <i>screener</i>	✓		
<b>JUMLAH</b>			<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Pada proses pendinginan untuk produksi petrogekanik, dapat diketahui bahwa terdapat dua aktivitas *value added*, satu aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added activity*), dan satu aktivitas *necessary but non value added activity*. Aktivitas *non value added* pada proses pendinginan yaitu operator membersihkan mesin *cooler* sebelum dioperasikan.

## 6. Proses Penyaringan

Tabel 4.13 merupakan tabel klasifikasi aktivitas pada proses produksi petrogekanik di proses penyaringan.

Tabel 4. 13 Klasifikasi Aktivitas Proses Penyaringan

Proses	Kode	Aktivitas	VA	NVA	NNVA
Penyaringan					
	6a	Menyalakan mesin <i>screener</i>	✓		
	6b	Membuka lubang tempat keluaran produk <i>undersize</i> dan <i>oversize</i>			✓
	6c	Membersihkan mesin dan area sekitar <i>screener</i>		✓	
	6d	Mencari karung untuk <i>packaging</i> masing - masing ukuran produk		✓	
	6e	Mencari palet sebagai alas produk masing - masing ukuran		✓	
	6f	Memasang karung ke lubang <i>screener</i> pada masing - masing ukuran (produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> )			✓
	6g	Memasukkan produk yang keluar dari masing - masing <i>screen</i> ke dalam karung (produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> )	✓		
	6h	Menunggu hingga karung terisi penuh		✓	
	6i	Meninggalkan stasiun <i>screener</i> untuk mengobrol dengan operator lain atau ke luar area produksi		✓	
	6j	Menumpuk produk granul yang keluar di palet			✓
	6k	Menunggu <i>forklift</i> pengangkut dari <i>screener</i> ke gudang produk <i>undersize</i> dan <i>oversize</i>		✓	
	6l	Memindahkan ke bagian penyimpanan produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i>			✓
	6m	Memasukkan produk jadi ke dalam <i>hopper</i> bagian <i>packaging</i>	✓		
<b>JUMLAH</b>			<b>3</b>	<b>6</b>	<b>4</b>

Pada proses penyaringan untuk produksi petroganik, dapat diketahui bahwa terdapat tiga aktivitas *value added*, enam aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added activity*), dan empat aktivitas *necessary but non value added activity*. Beberapa aktivitas *non value added* pada proses penyaringan, antara lain :

1. Membersihkan mesin dan area sekitar *screener*
2. Mencari karung untuk *packaging* masing - masing ukuran produk
3. Mencari palet sebagai alas produk masing - masing ukuran

4. Menunggu hingga karung terisi penuh
  5. Meninggalkan stasiun *screener* untuk mengobrol dengan operator lain atau ke luar area produksi
  6. Menunggu *forklift* pengangkut dari *screener* ke gudang produk *undersize* dan *oversize*
7. Proses Pengemasan

Tabel 4.14 merupakan tabel klasifikasi aktivitas pada proses produksi petrogekanik di proses pengemasan.

Tabel 4. 14 Klasifikasi Aktivitas Proses Pengemasan

Proses	Kode	Aktivitas	VA	NVA	NNVA
Pengemasan					
	7a	Menyalakan mesin pengemasan	✓		
	7b	Memasang karung ke lubang hooper sebagai tempat penyimpan produk jadi yang keluar dari <i>screener</i>			✓
	7c	Membuka lubang dari <i>hopper</i> untuk memasukkan produk ke karung			✓
	7d	Mengisi karung produk jadi			✓
	7e	Menunggu hingga karung terisi sesuai ukuran		✓	
	7f	Meninggalkan stasiun <i>packaging</i> untuk mengobrol dengan operator lain atau ke luar area produksi		✓	
	7g	Menyalakan mesin jahit	✓		
	7h	Menjahit karung produk jadi	✓		
	7i	Mencari palet yang kosong untuk menumpuk produk		✓	
	7j	Menumpuk produk jadi di palet			✓
	7k	Menunggu <i>forklift</i> pengangkut dari pengemasan ke gudang produk jadi		✓	
	7l	Memindahkan ke bagian penyimpanan produk jadi			✓
<b>JUMLAH</b>			<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

Pada proses pengemasan untuk produksi petrogekanik, dapat diketahui bahwa terdapat tiga aktivitas *value added*, empat aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added activity*), dan lima aktivitas *necessary but non*

*value added activity*. Beberapa aktivitas *non value added* pada proses pengemasan, antara lain:

1. Menunggu hingga karung terisi sesuai ukuran
2. Meninggalkan stasiun *packaging* untuk mengobrol dengan operator lain atau ke luar area produksi
3. Mencari palet yang kosong untuk menumpuk produk
4. Menunggu *forklift* pengangkut dari pengemasan ke gudang produk jadi

Terdapat 73 aktivitas yang di – *breakdown* dari tujuh stasiun produksi petrokanik. Jumlah *value added activity* adalah 21 aktivitas (29 %), *non value added activity* 25 aktivitas (34 %), dan *necessary but non value added activity* 27 aktivitas (37 %). Semakin banyak *non value added activity* menunjukkan bahwa masih terjadi pemborosan (*waste*) pada produksi petrokanik.

#### 4.1.5. Identifikasi Pemborosan (*Waste*)

Identifikasi pemborosan (*waste*) pada proses produksi petrokanik dilakukan menggunakan konsep E-DOWNTIME yang terdiri dari E (*enviromtent, health, and safety*), D (*defect*), O (*over production*), W (*waiting*), N (*not utilizing employee, knowledge, skill and abilities*), T (*transportation*), I (*inventory*), M (*motion*), dan E (*excessive processing*). Untuk mendefinisikan pemborosan yang terjadi pada aktivitas produksi dilakukan dengan melakukan *brainstorming* dengan perusahaan, analisis data sekunder dari perusahaan, dan pengamatan langsung ke rantai produksi.

##### 4.1.5.1. EHS (*Environtmental, Health, and Safety*)

Kurangnya kepedulian pekerja terhadap segala aktivitas yang berhubungan dengan lingkungan, kesehatan, dan keamanan akan menimbulkan *waste* EHS. Pada produksi petrokanik tidak menunjukkan adanya dampak polusi yang ditimbulkan, baik untuk pihak internal (operator) maupun pihak eksternal (masyarakat). Hal ini dikarenakan pada produksi petrokanik digunakan bahan baku organik. Limbah yang dihasilkan juga tidak menimbulkan efek samping kepada operator dan lingkungan sekitar, karena perusahaan telah menetapkan



pengolahan limbah sebelum dialirkan ke pembuangan. Gambar 4.12 merupakan gambar penampungan limbah sebelum diolah dan dialirkan ke jalur pembuangan.



Gambar 4. 12 Tempat Penampungan Limbah Petroganik  
(Dokumentasi Penulis, 2016)

Proses produksi petroganik menimbulkan bau yang tidak sedap dan mesin yang digunakan berpotensi menimbulkan kecelakaan, namun menurut sumber dari pihak perusahaan dan analisis data klinik kesehatan operator menunjukkan bahwa belum ada dampak signifikan masalah tersebut pada kesehatan yang dialami oleh operator. Begitu pula kaitannya dengan *safety*. Produksi petroganik tidak menunjukkan *waste* pada poin *safety*, karena perusahaan telah menerapkan SOP bahwa operator harus menggunakan sepatu *safety*, menggunakan masker, dan selalu waspada terhadap perjalanan *forklift* yang melintas. Gambar 4.13 merupakan SOP yang berkaitan dengan EHS, terutama *safety*.



Gambar 4. 13 SOP Perusahaan terkait EHS (Dokumentasi Penulis, 2016)

#### 4.1.5.2. Defect

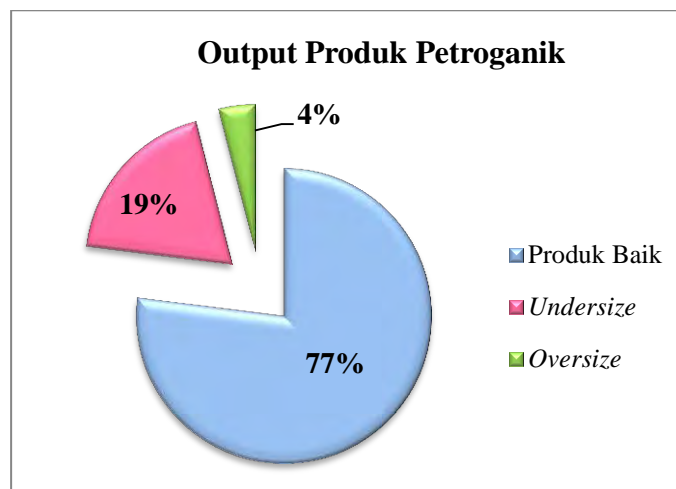
*Defect* terjadi akibat kecacatan atau kegagalan produk untuk memenuhi standar yang ditetapkan oleh perusahaan. Adanya *waste defect* akan mengakibatkan besarnya biaya produksi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan, tidak terpenuhinya *demand* produk, maupun keterlambatan pengiriman produk ke konsumen. *Defect* yang terjadi pada proses produksi petrogekanik yaitu produk *out of spec* yang terdiri dari *defect* produk *oversize* ( $>5$  mm) dan *undersize* ( $<2$ mm). Sedangkan ukuran standar yang dikategorikan sebagai produk baik adalah 2 – 5 mm. Gambar 4.14 merupakan contoh produk *oversize* dan *undersize*.



Gambar 4. 14 Produk *Oversize* dan *Undersize* Petrogekanik (Dokumentasi Penulis, 2016)

Produk yang keluar dari hasil stasiun *screener* ini merupakan keluaran yang pasti terjadi. Apabila produk *oversize* dan *undersize* yang keluar masih berada pada standar yang ditentukan perusahaan yaitu sebesar 5%, maka produk tersebut tidak dikatakan sebagai *defect* yang cukup berarti.

Periode September 2015 hingga Februari 2016, produk *oversize* dan *undersize* yang keluar dari hasil produksi petrogekanik berturut – turut adalah 4% dan 19%. Jumlah produk *oversize* dan *undersize* melebihi standar perusahaan, karena total produk *out of spec* yang keluar adalah 23%. Gambar 4.15 merupakan prosentase jumlah produk *oversize*, *undersize*, dan produk baik periode September 2015 hingga Februari 2016.



Gambar 4. 15 Hasil Produksi Petrogekanik PT Petrokimia Gresik

Gambar 4.15 menunjukkan bahwa sebanyak 77% merupakan produk baik yang dihasilkan dari proses produksi petrogekanik, 4% untuk produk *oversize*, dan 19% untuk produk *undersize*. Banyaknya keluaran produk *oversize* dan *undersize* terjadi akibat rendahnya kualitas bahan baku yang digunakan. Ketika bahan baku datang dari *supplier*, bagian produksi dan gudang bahan baku hanya mengontrol kesesuaian kuantitas antara bahan baku yang datang dengan pemesanan yang dilakukan. Uji kimia hanya digunakan untuk melakukan pengujian kandungan C-organik dan kadar air bahan baku. *Defect oversize* dan *undersize* juga terjadi akibat aktivitas yang terjadi sebelum proses *screener*, salah satunya adalah aktivitas pembentukan granul di *pan granulator*. Komposisi bahan untuk pembentukan granul hanya didasarkan pada perkiraan dari operator mesin, sehingga struktur granul yang dihasilkan akan berbeda – beda pada setiap operator. Apabila operator terlalu banyak memberikan komposisi air pada proses

di *pan granulator*, tentu produk *oversize* yang dihasilkan semakin banyak. Jika operator terlalu sedikit memberikan kandungan air, maka produk *undersize* yang dihasilkan akan lebih banyak dari standar yang ditentukan.

Jika Gambar 4.15 menunjukkan prosentase produk *oversize* dan *undersize*, maka pada Tabel 4.15 akan dijelaskan jumlah produk yang dihasilkan pada masing – masing kategori produk per ton pada periode September 2015 hingga Februari 2016.

Tabel 4. 15 Jumlah *Defect Oversize* dan *Undersize* Petroganik

Periode (Bulan)	Jumlah Produk Baik (Ton)	Jumlah <i>Defect</i> (Ton)	
		<i>Oversize</i>	<i>Undersize</i>
1	257.8	19.86	62.67
2	242.8	20.48	58.83
3	249.4	14.51	68.38
4	278.6	11.2	88.25
5	343.8	15.02	64.00
6	278.2	15.24	54.75
<b>JUMLAH</b>	<b>1650.6</b>	<b>96.31</b>	<b>396.86</b>

#### 4.1.5.3. *Over Production*

*Over production* terjadi ketika hasil produksi melebihi kuantitas yang dipesan oleh pelanggan. Adanya *waste over production* mengakibatkan peningkatan biaya produksi petroganik dan penurunan profitabilitas perusahaan. Dari data historis perusahaan pada periode September 2015 hingga Februari 2016 dapat ditunjukkan bahwa realisasi pengiriman produk petroganik PT Petrokimia Gresik belum dapat memenuhi permintaan dari konsumen. Ketidakmampuan perusahaan untuk memenuhi permintaan menunjukkan tidak terjadinya *waste over production* pada produksi petroganik. Beberapa hal yang menyebabkan tidak terpenuhinya permintaan konsumen yaitu lamanya waktu produksi pupuk akibat pengulangan proses untuk produk *oversize* dan *undersize*, kurangnya kapasitas gudang penyimpanan produk jadi, terhentinya proses akibat aktivitas *maintenance* mesin, dan lain – lain. Tabel 4.16 adalah tabel permintaan dan realisasi produksi petroganik ke konsumen untuk periode September 2015 hingga Februari 2016.

Tabel 4. 16 Permintaan dan Realisasi Produksi Petroganik

Periode (Bulan)	Permintaan Petroganik (Ton)	Realisasi Produksi (Ton)
1	653.84	257.80
2	596.64	242.80
3	446.04	249.40
4	730.64	278.60
5	674.44	343.80
6	952.64	278.20
<b>JUMLAH</b>	<b>4054.24</b>	<b>1650.60</b>

Data pada Tabel 4.16 menunjukkan bahwa jumlah permintaan pada enam periode adalah 4054,24 ton, namun PT Petrokimia Gresik hanya mampu merealisasikan produk petroganik sebesar 1650,60 ton. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada *waste over production* pada produksi petroganik.

#### 4.1.5.4. *Waiting*

*Waste waiting* atau *idle* terjadi karena penggunaan waktu yang tidak efektif selama dilakukan produksi. *Waiting* produksi petroganik terjadi akibat adanya *breakdown* mesin yang berdampak pada aktivitas berhentinya proses produksi. Penghentian dilakukan untuk melakukan *maintenance* pada mesin. Tipe produksi petroganik dilakukan secara kontinyu dan saling berurutan antara satu proses dengan proses yang lain. Apabila satu mesin mengalami *breakdown*, maka mesin lain akan terhenti untuk beroperasi. Penghentian produksi akan berdampak terhadap lamanya *lead time* proses, besarnya biaya *maintenance* mesin, dan keterlambatan pemenuhan permintaan pelanggan.

Aktivitas *maintenance* yang dilakukan di produksi petroganik masuk ke dalam aktivitas *cleaning* yang telah dilakukan secara rutin tiap minggu. Namun, pada aktivitas *cleaning* tersebut hanya sebatas melakukan pembersihan (*cleaning*) di area produksi dan limbah produksi. Oleh karena itu masih sering ditemukan *breakdown* mesin di tengah – tengah produksi yang mengakibatkan terhentinya proses. Tabel 4.17 merupakan kumpulan data aktivitas *maintenance* mesin yang dilakukan untuk perbaikan *breakdown* mesin di rantai produksi petroganik PT Petrokimia Gresik periode September 2015 hingga Februari 2016.

Tabel 4. 17 Aktivitas *Maintenance* Mesin

No	Ativitas <i>Maintenance</i> Mesin	Kategori Mesin
1	Perbaikan <i>bearing dryer</i>	<i>Dryer</i>
2	Perbaikan <i>pan granulator</i>	<i>Pan granulator</i>
3	Perbaikan mesin <i>dryer</i>	<i>Dryer</i>
4	Perbaikan <i>burner</i>	<i>Dryer</i>
5	Perbaikan <i>bearing motor cooler</i>	<i>Cooler</i>
6	Perbaikan pembuangan limbah	<i>Limbah</i>
7	Perbaikan <i>bearing AS konveyor pan granulator A</i>	<i>Pan granulator</i>
8	Perbaikan <i>bearing exhaust blower dryer</i>	<i>Dryer</i>
9	Perbaikan <i>bearing AS konveyor pan granulator B dan C</i>	<i>Pan granulator</i>
10	Perbaikan baut pan granulator B	<i>Pan granulator</i>
11	Perbaikan <i>screen</i> mesin <i>crusher</i>	<i>Crusher</i>
12	Perbaikan tungku batubara yang bocor	<i>Dryer</i>
13	Perbaikan <i>bucket elevator dryer</i>	<i>Cooler</i>
14	Perbaikan tungku ke <i>dryer</i>	<i>Dryer</i>
15	Perbaikan pompa <i>mixtro</i>	<i>Pan granulator</i>

Dari Tabel 4.17 dapat diketahui bahwa paling banyak aktivitas perbaikan untuk *breakdown* mesin terjadi pada mesin *dryer*. Aktivitas itu antara lain perbaikan *bearing dryer*, perbaikan mesin *dryer*, perbaikan *burner dryer*, perbaikan *bearing exhaust blower dryer*, perbaikan tungku batu bara yang bocor, dan perbaikan tungku yang mengalir ke *dryer*. Tabel 4.18 akan dijelaskan mengenai waktu yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas perbaikan mesin.

Tabel 4. 18 Waktu *Maintenance* Mesin

Periode (Bulan)	Waktu <i>Maintenance</i> (Jam)	Jam Kerja Tersedia (Jam)	% Kehilangan Jam Kerja
1	80	504	15,87 %
2	112	504	22,22 %
3	120	504	23,81 %
4	64	504	12,70 %
5	16	480	3,33 %
6	60	504	11,90 %
<b>JUMLAH</b>	<b>452</b>	<b>3000</b>	<b>15,07 %</b>

Pada enam periode sejak bulan September 2015 hingga Februari 2016 menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *maintenance*

mesin adalah 452 jam, sedangkan waktu yang tersedia pada enam periode tersebut adalah 1080 jam. Dari data ini dapat diketahui bahwa sebesar 41,85% jam kerja dilakukan untuk melakukan aktivitas *maintenance* mesin. Waktu yang dibutuhkan untuk *maintenance* mesin terbanyak terjadi pada periode ke - tiga (bulan November) dengan prosentase sebesar 71,43%. Kemudian lama *maintenance* terkecil terjadi pada periode ke – lima (bulan Februari) dengan prosentase sebesar 6,67%. Besarnya lama *maintenance* bergantung kepada terjadinya *breakdown* mesin dan kekritisitas mesin yang rusak.

#### 4.1.5.5. *Not Utilizing Employee, Skills, and Abilities*

*Waste* ini terjadi akibat tidak digunakannya pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan karyawan secara optimal. Hal ini berkaitan dengan penempatan *job desc* operator atau pekerja pada stasiun produksi yang tidak sesuai dengan kemampuannya. Pada proses produksi petrogekanik, tidak terdapat *waste* dalam bentuk *not utilizing employee, skills, and abilities* karena seluruh operator yang bekerja merupakan orang dengan spesifikasi sesuai dengan ketentuan dari perusahaan.

#### 4.1.5.6. *Transportation*

*Waste transportation* terjadi akibat pergerakan material atau produk yang berlebih akibat *layout* rantai produksi yang buruk dan kapasitas *material handling* yang jauh lebih kecil dibandingkan target produksi. Pada rantai produksi petrogekanik, digunakan alat transportasi berupa *belt conveyor* dan *forklift*. *Belt conveyor* digunakan untuk mengirimkan produk dari mesin *mixer* ke *pan granulator* dan dari *pan granulator* ke mesin *burner*. *Forklift* pada rantai produksi digunakan untuk mengirimkan bahan baku dari gudang ke stasiun *crusher* dan pengambilan produk jadi untuk disimpan di gudang produk. Selain itu, *forklift* juga digunakan untuk memindahkan produk *defect oversize* dan *undersize* ke stasiun *crusher*. Sebanyak satu unit *forklift* digunakan pada produksi petrogekanik PT Petrogekanik. Oleh karena itu, pemborosan *transportation* tidak terjadi pada rantai produksi karena *belt conveyor* dan *forklift* digunakan semaksimal mungkin tanpa ada kelebihan kinerja transportasi.

#### 4.1.5.7. Over Inventory

Pemborosan (*waste*) inventori terjadi akibat berlebihnya barang di gudang, baik bahan baku, *work in process*, maupun produk jadi. *Waste* inventori akan meningkatkan biaya simpan barang dan menunda pengiriman produk ke konsumen. Pada produksi petrogekanik terdapat inventori bahan baku dan produk jadi. Persediaan bahan baku berakibat terhadap penundaan penggunaan bahan, sedangkan untuk persediaan produk jadi berakibat terhadap penundaan pengiriman ke konsumen. Tabel 4.19 merupakan tabel persediaan bahan baku dan produk jadi petrogekanik periode September 2015 hingga Februari 2016.

Tabel 4. 19 Persediaan Produk Jadi Petrogekanik

Periode (Bulan)	Permintaan Produk (Ton)	Realisasi Kirim (Ton)	Stok Akhir (Ton)
			396.04
1	653.84	300	353.84
2	596.64	400	196.64
3	446.04	0	446.04
4	730.64	400	330.64
5	674.44	0	674.44
6	952.64	305.50	647.14
<b>Jumlah</b>	<b>4054.24</b>	<b>1405.50</b>	<b>2648.74</b>

Total persediaan pada periode September 2015 hingga Februari 2016 adalah 2648,74 ton. Persediaan ini terjadi akibat kurangnya kapasitas gudang produk jadi sehingga akan menghambat pengiriman produk ke konsumen. Jumlah persediaan paling besar terjadi pada periode ke – 5 (bulan Januari) dengan jumlah persediaan sebesar 674,44 ton, sedangkan jumlah persediaan terkecil terjadi pada periode ke – 2 (bulan Oktober) dengan jumlah persediaan sebesar 196,64 ton.

Dari Tabel 4.20 dapat diketahui bahwa pada periode September 2015 hingga Februari 2016 terdapat persediaan untuk kotoran ayam 511,73 ton, kotoran ayam 200,34 ton, kaptan (kapur pertanian) sebanyak 79,32 ton, *mixtro* 15,13 ton, batu bara 144,22 ton, dan karung pengemasan sebanyak 25.241 karung. Persediaan bahan baku kotoran ayam dan kaptan (kapur pertanian) pada periode



sebelum September 2015 atau periode 1 menunjukkan angka negatif. Hal ini diartikan bahwa persediaan bahan baku kotoran ayam dan kaptan mengalami kekurangan. Pengambilan solusi yang dilakukan oleh bagian produksi adalah mencampurkan produk *oversize* dan *undersize* pada bahan baku yang akan diolah melalui proses *mixing*.

Tabel 4. 20 Persediaan Bahan Baku Petroganik

Periode (Bulan)	Stok Akhir Bahan Baku (Ton)				
	Kotoran Sapi	Kotoran Ayam	Kaptan	Mixtro	Batu Bara
	128.65	-61.08	-12.04	0.79	10.83
1	154.95	-245.03	24	2.91	10.83
2	106.39	99.27	1.835	1.84	23.46
3	56.23	45.10	17.605	2.88	27.23
4	0	141.59	8.02	0.08	5.53
5	39.63	89.9	32.62	2.13	31.45
6	25.9	130.59	7.27	4.53	34.9
<b>JUMLAH</b>	<b>511.73</b>	<b>200.34</b>	<b>79.32</b>	<b>15.13</b>	<b>144.22</b>

*Waste* inventori yang terjadi pada produksi petroganik adalah ketika persediaan mengalami kerusakan, sehingga menimbulkan kerugian finansial akibat produk tidak dapat digunakan. Kerusakan bahan baku dan produk petroganik terjadi akibat kurangnya kapasitas gudang yang mengakibatkan persediaan bahan baku atau produk jadi disimpan di area luar gudang. Hal ini berpotensi mengakibatkan kerusakan persediaan karena bahan baku atau produk jadi tidak disimpan di ruangan sesuai standarnya. Tabel 4.21 menunjukkan data inventori yang rusak selama periode 6 bulan sejak September 2015 hingga Februari 2016. Inventori produk jadi dan bahan baku yang mengalami kerusakan berturut – turut adalah 2,663 dan 0,987. Inventori yang rusak menyebabkan kerugian bagi perusahaan, karena bahan baku tidak dapat diproses dan produk jadi tidak dapat dikirim ke distributor atau pun diproses ulang.

Tabel 4. 21 Inventori *Waste* Petroganik

Periode (Bulan)	Jumlah Inventori Produk Jadi (Ton)	Jumlah Inventori Bahan Baku (Ton)
1	0.318	0.117
2	0.197	0.244
3	0.758	0.177
4	0.265	0.133
5	0.607	0.152
6	0.518	0.164
<b>JUMLAH</b>	<b>2.663</b>	<b>0.987</b>

#### 4.1.5.8. Motion

*Motion* terjadi akibat pergerakan peralatan dan pekerja yang berlebihan dan tidak memberikan nilai tambah kepada produk. *Waste motion* yang terjadi pada produksi petroganik yaitu gerakan pekerja yang berlebih karena meninggalkan lantai produksi untuk mengobrol dengan operator lain dan gerakan pekerja untuk mencari peralatan. Gerakan ini merupakan *waste* karena tidak memberikan nilai tambah pada aktivitas produksi. Selain itu, *waste* lain yang terjadi yaitu gerakan pekerja ketika membersihkan mesin *crusher*, *mixer*, *pan granulator*, dan *screener* yang dilakukan secara manual dengan cara mengetok bagian mesin menggunakan sekrup. Selain berbahaya terhadap keselamatan pekerja, aktivitas ini mengakibatkan semakin banyaknya gerakan yang menimbulkan pemborosan pada proses produksi.

*Waste* lain yang terlihat terjadi pada stasiun *mixing* dan pembentukan granul. Kedua aktivitas ini dilakukan secara manual yang berpotensi menyebabkan *waste motion*. Pada stasiun *mixing*, operator melakukan pencampuran bahan baku menggunakan sekrup. Sebanyak 7000 kg bahan baku per *shift* hanya dikerjakan oleh 3 operator. Hal ini tentu mengakibatkan besarnya energi yang diperlukan oleh operator untuk menyelesaikan tugasnya. Dalam jangka panjang, aktivitas ini dapat mengakibatkan kelelahan bahkan *back injury* pada operator.

#### 4.1.5.9. *Excessive Processing*

*Excessive processing* terjadi apabila proses kerja dilakukan secara tidak efektif maupun langkah – langkah yang lebih panjang dari yang seharusnya. Dengan adanya *waste* ini maka proses produksi menjadi lebih lama dari waktu yang ditentukan. Dari hasil pengamatan yang dilakukan, *waste excessive processing* tidak terjadi pada proses produksi petrogekanik.

## 4.2 *Measure*

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai pengukuran kinerja proses pada kondisi eksisting. *Measure* dilakukan dengan identifikasi kerugian dari segi finansial pada masing – masing *waste* dan pemilihan *waste* kritis yang akan dilakukan *improvement*.

### 4.2.1. Identifikasi Kerugian dari Segi Finansial

Penghitungan kerugian dari segi finansial digunakan untuk mengetahui biaya yang terjadi akibat *output* produk atau proses yang tidak memenuhi standar kualitas. Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai kerugian yang ditanggung oleh perusahaan akibat kualitas yang tidak memenuhi standar.

#### 4.2.1.1. *Environment, Health, and Safety (EHS)*

Pada proses produksi petrogekanik, tidak terdapat *waste* yang ditimbulkan akibat tidak diperhatikannya masalah lingkungan, kesehatan, dan keamanan. Permasalahan lingkungan mengenai limbah produksi telah diolah dengan baik dan tidak menimbulkan dampak terhadap lingkungan karena limbah yang dihasilkan adalah limbah organik. Oleh karena itu tidak ada *cost* yang dikeluarkan akibat biaya kualitas yang tidak baik.

#### 4.2.1.2. *Defect*

*Defect* yang terjadi pada produk petrogekanik dapat dikategorikan menjadi dua kategori, yaitu produk *oversize* dan *undersize*. Perlakuan untuk produk *defect* petrogekanik adalah dilakukan *rework* atau proses ulang dari proses awal yaitu penghancuran. Aktivitas *rework* dilakukan dengan cara mencampurkan

produk *defect* dengan bahan baku seperti semula, tetapi *consumption rate* bahan baku yang dimasukkan berbeda. *Consumption rate* merupakan takaran pemberian komposisi bahan baku pada produksi petrokanik. Untuk melakukan *rework*, *consumption rate* yang diberikan lebih sedikit bila dibandingkan dengan proses tanpa *rework*. *Consumption rate* kotoran ayam dan kotoran sapi yang semula 40,5 % menjadi 15 %, blotong yang semula 10 % menjadi 8 %, kapur pertanian yang semula 8 % menjadi 5 %, dan *mixtro* sebesar 1%. Tabel 4.22 dan 4.23 merupakan jumlah tambahan bahan baku yang digunakan untuk melakukan *rework* pada produk *defect oversize* dan *undersize*.

Tabel 4. 22 Bahan Baku Tambahan *Oversize*

Periode (Bulan)	<i>Oversize</i> (ton)	Bahan Baku <i>Oversize</i> (ton)				
		KA	KS	Blothong	Kaptan	Mixtro
1	19.86	2.98	2.98	1.588	0.993	0.198
2	20.48	3.07	3.07	1.638	1.024	0.204
3	14.51	2.18	2.18	1.160	0.7255	0.145
4	11.2	1.68	1.68	0.896	0.56	0.112
5	15.02	2.25	2.25	1.201	0.751	0.150
6	15.24	2.29	2.29	1.219	0.762	0.152
<b>JUMLAH</b>	<b>96.31</b>	<b>14.4</b>	<b>14.4</b>	<b>7.70</b>	<b>4.81</b>	<b>0.96</b>
		<b>42.37</b>				

Tabel 4. 23 Bahan Baku Tambahan *Undersize*

Periode (Bulan)	<i>Undersize</i> (ton)	Bahan Baku <i>Undersize</i> (ton)				
		KA	KS	Blothong	Kaptan	Mixtro
1	62.665	9.4	9.4	5.013	3.133	0.626
2	58.83	8.82	8.82	4.706	2.941	0.588
3	68.375	10.3	10.3	5.47	3.418	0.683
4	88.245	13.2	13.2	7.059	4.412	0.882
5	63.995	9.6	9.6	5.119	3.199	0.64
6	54.75	8.21	8.21	4.38	2.737	0.547
<b>JUMLAH</b>	<b>396.86</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>31.748</b>	<b>19.843</b>	<b>3.968</b>
<b>TOTAL</b>	<b>396.86</b>	<b>174.61</b>				

Biaya kerugian *waste defect* didapatkan dari hasil penjumlahan biaya penambahan bahan baku, kerugian akibat ketidak sesuaian biaya tenaga kerja

berdasarkan biaya UMKM Gresik tahun 2016 yaitu Rp 3.042.500,00 per bulan, dan biaya energi yang digunakan untuk *rework*. Tabel 4.24 adalah penghitungan kerugian finansial yang harus ditanggung perusahaan akibat adanya *rework* untuk memproduksi ulang produk *defect*.

Tabel 4. 24 Biaya Kerugian *Waste Defect*

Periode (Bulan)	Jumlah Produk <i>Defect</i> (ton)	Biaya Kerugian Akibat <i>Defect</i> (Rp)		
		Bahan Baku	Listrik untuk <i>Rework</i>	Biaya Tenaga Kerja
1	82.53	17,722,244	5,688,360	16,733,750
2	79.31	17,031,823	5,688,360	16,733,750
3	82.89	17,799,554	5,688,360	16,733,750
4	99.45	21,355,814	6,636,420	14,343,214
5	79.02	16,968,471	5,688,360	16,733,750
6	69.99	15,030,353	3,792,240	25,100,625
<b>JUMLAH</b>	<b>493.17</b>	<b>105,908,258</b>	<b>33,182,100</b>	<b>106,378,839</b>
<b>JUMLAH KERUGIAN</b>		<b>245,469,197</b>		

Hasil penghitungan pada Tabel 4.24 menunjukkan bahwa biaya kerugian yang timbul akibat *defect* yang harus di-*rework* adalah Rp 245.469.197,00. Jumlah produk *defect* pada Tabel 4.24 adalah hasil penjumlahan antara *defect oversize* dan *undersize*. Biaya bahan baku didapatkan dari hasil perkalian antara harga bahan baku dengan jumlah biaya untuk membeli tambahan bahan baku. Secara keseluruhan, penghitungan kerugian *waste defect* terdapat di bagian Lampiran 1.

#### 4.2.1.3. *Over Production*

Pada proses produksi petrogekanik tidak terdapat biaya kerugian yang ditanggung oleh perusahaan dari *waste over production*. Hal ini dikarenakan produk yang dihasilkan selalu kurang dari target yang dihasilkan.

#### 4.2.1.4. *Waiting*

*Waste waiting* pada produksi terjadi akibat adanya kerusakan atau *breakdown* mesin. Aktivitas *maintenance* mengakibatkan keluarnya biaya yang

harus ditanggung perusahaan berupa biaya *loss product* karena *repair* mesin. Tabel 4.25 merupakan data waktu yang hilang akibat adanya *breakdown* mesin.

Tabel 4. 25 Kerugian Waktu akibat *Breakdown* Mesin

Periode (Bulan)	Jam Kerja Hilang	Jam Kerja Tersedia	% Kehilangan Jam Kerja
1	80	168	47.62%
2	112	168	66.67%
3	120	168	71.43%
4	64	168	38.10%
5	16	240	6.67%
6	60	168	35.71%
<b>JUMLAH</b>	<b>452</b>	<b>1080</b>	<b>41.85%</b>

Dari Tabel 4.25 diketahui bahwa sebanyak 41,85 % dari waktu yang tersedia digunakan untuk melakukan *maintenance* mesin yang mengalami *breakdown*. Penghitungan biaya kerugian yang harus ditanggung perusahaan dilakukan pendekatan dengan mencari jumlah *loss product* (jumlah produksi yang hilang) dikalikan dengan harga jual produk ke distributor. Tabel 4.26 adalah penghitungan *loss product* dan biaya kerugian yang ditanggung perusahaan.

Tabel 4. 26 Biaya Kerugian *Waste Waiting*

Periode (Bulan)	Lama <i>Maintenance</i> (Jam)	<i>Loss product</i> (Ton)	Biaya Kerugian
1	80	70	Rp 79,100,000.00
2	112	98	Rp 110,740,000.00
3	120	105	Rp 118,650,000.00
4	64	56	Rp 63,280,000.00
5	16	14	Rp 15,820,000.00
6	60	52.5	Rp 59,325,000.00
<b>JUMLAH</b>	<b>452</b>	<b>395.5</b>	<b>Rp 446,915,000.00</b>

Tabel 4.26 menunjukkan bahwa waktu *maintenance* sebanyak 452 jam menyebabkan terjadinya *loss product* sebanyak 395,5 ton. *Loss product* didapatkan dari hasil perkalian waktu lama *maintenance* dikalikan dengan target produksi yang mampu dihasilkan oleh perusahaan per jam. Target produksi perusahaan untuk memproduksi petrokanik adalah 0,88 ton per jam.

$$\text{loss product} = \text{lama maintenance} \times \text{target produksi} \quad (4.1)$$

Berikut ini adalah contoh penghitungan *loss product* untuk periode satu dengan lama *maintenance* selama 80 jam.

$$\text{loss product} = 80 \text{ jam} \times 0,88 \text{ ton per jam}$$

$$\text{loss product} = 70 \text{ ton}$$

Setelah dilakukan penghitungan *loss product*, kemudian dilakukan penghitungan untuk biaya kerugian yang ditanggung oleh perusahaan. Pendekatan yang digunakan untuk melakukan penghitungan biaya kerugian *waste waiting* yaitu dengan mengalikan *loss product* dengan harga jual produk ke distributor.

$$\text{biaya kerugian} = \text{loss product} \times \text{harga jual} \quad (4.2)$$

Berikut ini adalah contoh penghitungan biaya kerugian untuk periode satu pada *waste waiting*.

$$\text{biaya kerugian} = 70 \text{ ton} \times \text{Rp } 1.130.000,00 \text{ per ton}$$

$$\text{biaya kerugian} = \text{Rp } 79.100.000,00$$

Dari hasil penghitungan selama enam periode sejak September 2015 hingga Februari 2016, biaya kerugian yang ditimbulkan akibat adanya *waste waiting* adalah sebesar Rp 446.915.000,00.

#### 4.2.1.5. *Not Utilizing Employee, Skills, and Abilities*

*Not utilizing employee, skills, and abilities* berhubungan dengan penggunaan tenaga kerja atau sumber daya manusia. Pada proses produksi petrogekanik tidak terdapat *waste* untuk jenis ini. Oleh karena itu kerugian dari segi finansial juga tidak ada.

#### 4.2.1.6. Transportation

Transportasi yang digunakan pada produksi petrogekanik adalah *forklift* dan *belt conveyor*. Pada sub bab mengenai identifikasi pemborosan dijelaskan bahwa penggunaan *forklift* dan *belt conveyor* telah memenuhi standar dan tidak melebihi utilitas *forklift* maupun *belt conveyor*. Dengan kata lain, *waste transportation* tidak terjadi pada produksi petrogekanik. Oleh karena itu, biaya kerugian akibat adanya *waste* tidak terjadi untuk kategori transportasi.

#### 4.2.1.7. Over Inventory

Pada produksi petrogekanik, inventori berupa persediaan bahan baku dan produk jadi yang rusak selama penyimpanan di gudang sementara. Tabel 4.27 merupakan kerugian dari segi finansial yang harus ditanggung oleh perusahaan.

Tabel 4. 27 Biaya Kerugian *Waste Inventori*

Periode (Bulan)	Jumlah Inventori Produk Jadi (Ton)	Jumlah Inventori Bahan Baku (Ton)	Kerugian Finansial	
			Produk Jadi	Bahan Baku
1	0.318	0.117	Rp 359,855.00	Rp 34,490.00
2	0.197	0.244	Rp 222,203.00	Rp 95,305.00
3	0.758	0.177	Rp 856,843.00	Rp 32,318.00
4	0.265	0.133	Rp 298,899.00	Rp 48,424.00
5	0.607	0.152	Rp 685,905.00	Rp 32,386.00
6	0.518	0.164	Rp 585,015.00	Rp 57,394.00
<b>JUMLAH</b>	<b>2.663</b>	<b>0.987</b>	<b>Rp 3,309,037.00</b>	

Kerugian finansial didapatkan dari hasil perkalian antara produk inventori dengan harga jual petrogekanik ke distributor. Harga jual tersebut adalah Rp 1.130.000,00 per ton. Biaya kerugian ini dapat diartikan bahwa perusahaan kehilangan peluang untuk menjual produk akibat adanya inventori. Jumlah kerugian inventori antara bahan baku dengan produk jadi adalah Rp 3.309.037,00.

#### 4.2.1.8. Motion

*Waste motion* berhubungan dengan aktivitas pergerakan operator yang lebih banyak dari yang seharusnya dilakukan selama proses produksi. *Motion*



yang terjadi yaitu aktivitas operator untuk mencari peralatan sebelum melakukan proses produksi, operator meninggalkan area produksi untuk pergi ke barak pabrik, dan operator mengobrol dengan operator lain. Dari hasil pengamatan dan *brainstorming* dengan pihak perusahaan, *waste motion* tidak terlalu berpengaruh terhadap proses produksi dan kerugian finansial.

#### 4.2.1.9. *Excessive Processing*

*Excessive processing* merupakan jenis pemborosan yang terjadi karena langkah - langkah proses yang lebih panjang daripada yang seharusnya sepanjang proses produksi petrokanik. Pada produksi petrokanik tidak terdapat *waste* yang termasuk dalam kategori *excessive processing*, sehingga biaya kerugian dari segi finansial tidak dihasilkan akibat *waste excessive processing*.

#### 4.2.2. Penentuan *Waste* Kritis

Penentuan *waste* kritis dilakukan untuk memilih *waste* yang menimbulkan dampak besar terhadap proses produksi petrokanik. Penentuan ini dilakukan dengan memperhatikan besarnya biaya kerugian dari segi finansial sebagai biaya yang harus ditanggung oleh perusahaan akibat kualitas produksi yang buruk. Semakin besar biaya kerugian, maka semakin kritis *waste* tersebut. Berikut ini adalah rekapitulasi biaya kerugian pada masing – masing *waste* yang terjadi di produksi petrokanik.

Tabel 4. 28 Rekapitulasi Biaya Kerugian *Waste*

No	Jenis <i>Waste</i>	Biaya Kerugian
1	<i>Defect</i>	Rp 245.469.197,00
2	<i>Waiting</i>	Rp 446,915,000.00
3	<i>Inventory</i>	Rp 3,309,037.00
<b>JUMLAH</b>		<b>Rp 695,693,234.00</b>

Tabel 4.28 menunjukkan besarnya biaya kerugian masing – masing *waste* yang terjadi sepanjang proses produksi petrokanik. Urutan biaya kerugian dari terbesar hingga terkecil yaitu *waste waiting*, *defect*, dan inventori.

## **BAB 5**

### **ANALISA DAN PERBAIKAN**

Pada bab 5 akan dijelaskan mengenai tahapan dari *analyze* dan *improve* yang dilakukan pada penelitian. Bagian *analyze* berisi tentang akar penyebab permasalahan pada *waste* kritis, sedangkan *improve* membahas mengenai pemilihan alternatif perbaikan yang akan diterapkan di perusahaan.

#### **5.1 *Analyze***

Tahap *analyze* dilakukan untuk melakukan analisa terhadap akar penyebab masalah pemborosan (*waste*) kritis dan mengetahui potensi kegagalan pada *waste* kritis. Akar penyebab *waste* dilakukan menggunakan *tools root cause analysis* (RCA) dan potensi kegagalan pada *waste* kritis menggunakan *tools failure mode and effect analysis* (FMEA).

##### **5.1.1 Identifikasi *Root Cause Analysis***

*Root cause analysis* digunakan untuk mencari akar penyebab permasalahan pada proses produksi petrokanik PT Petrokimia Gresik. Metode 5 *Why's* membantu untuk mencari akar permasalahan kritis dari *waste* yang terjadi, antara lain *defect*, *motion*, dan inventori.

###### **5.1.1.1. *Defect***

Tabel 5.1 dan 5.2 adalah *root cause analysis* dari *waste defect* pada produksi petrokanik. Kategori *waste defect* terdiri dari produk *out of spec*, yang terdiri dari produk *oversize* dan *undersize*.

###### **5.1.1.2. *Waiting***

*Waste waiting* terjadi akibat adanya *breakdown* mesin pada produksi petrokanik. Tabel 5.3 hingga 5.5 merupakan tabel *root cause analysis* untuk *waste waiting*.

Tabel 5. 1 *Root Cause Analysis Defect*

Jenis Waste	Sub Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Defect	Produk melebihi ukuran standar atau <i>oversize</i> (>5 mm), Produk kurang dari ukuran standar atau <i>undersize</i> (<2 mm)	Takaran pencampuran bahan baku pada stasiun <i>mixing</i> berbeda - beda	Tidak ada penimbangan ulang bahan baku yang akan dicampur, sehingga hanya dilakukan perkiraan dan takaran dari bagian <i>crusher</i> atau takaran bahan baku dari <i>supplier</i>	Tidak ada alat timbang di bagian <i>mixing</i>	-	-
		Proses pencampuran bagian <i>mixing</i> tidak merata	Operator hanya menuangkan bahan baku untuk dimasukkan ke dalam corong di bagian <i>mixing</i>	Operator kelelahan karena bahan yang dicampur dalam jumlah besar	Beban kerja operator terlalu berat sehingga utilitas operator menurun	-
				Operator bekerja dengan kemauan sendiri	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i>	-
		Tingkat kekeringan dan kualitas bahan baku berbeda - beda	Tidak ada uji laboratorium mengenai kualitas <i>raw material</i>	-	-	-

Tabel 5. 2 *Root Cause Analysis Defect* (Lanjutan)

<i>Jenis Waste</i>	<i>Sub Waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Defect</i>	Produk melebihi ukuran standar atau <i>oversize</i> (>5 mm), Produk kurang dari ukuran standar atau <i>undersize</i> (<2 mm)	Semprotan air dan <i>mixtro</i> pada <i>pan granulator</i> tidak merata	Selang penyemprot air dan <i>mixtro</i> tersumbat	Selang yang digunakan kotor	Aktivitas <i>cleaning</i> bagian selang <i>pan granulator</i> tidak dikerjakan sesuai standar kerja <i>cleaning</i>	-
		Terlalu banyak atau sedikit kandungan air pada bahan baku dari <i>pan granulator</i>	Operator terlalu banyak menuangkan air ke dalam bahan baku di bagian <i>pan granulator</i>	Tidak ada kontroling dari <i>supervisor</i>	-	-
		Suhu <i>dryer</i> dan <i>cooler</i> tidak konstan	Operator tidak mengikuti standar pengaturan suhu mesin <i>dryer</i> dan <i>cooler</i>	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i>	-	-

Tabel 5. 3 *Root Cause Analysis Waiting*

<b>Jenis Waste</b>	<b>Sub Waste</b>	<b>Why 1</b>	<b>Why 2</b>	<b>Why 3</b>	<b>Why 4</b>	<b>Why 5</b>
<i>Waiting</i>	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>crusher</i>	Komponen mesin rusak pada bagian <i>bearing</i>	Tidak ada penambahan <i>grease</i> / <i>stempet</i> ketika mesin bekerja penuh	Operator tidak mematuhi SOP produksi mesin <i>crusher</i>	-	-
		Bagian <i>screen</i> buntu	Masuknya jerami, plastik, dan kayu pada bahan baku	Kecerobohan operator ketika memilah bahan pengganggu	-	-
		Motor terbakar	Beban motor terlalu berat	Bahan baku yang masuk melebihi kapasitas mesin	Meningkatkan persediaan bahan baku yang telah hancur agar siap digunakan di bagian <i>mixing</i>	-
					Operator tidak mengikuti standar pengisian bahan baku ke dalam mesin <i>crusher</i>	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i> di mesin <i>crusher</i>

Tabel 5. 4 *Root Cause Analysis Waiting* (Lanjutan)

Jenis Waste	Sub Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Waiting	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>pan granulator</i>	Adanya kerusakan bagian <i>breaker</i>	Pengisian <i>pan granulator</i> melebihi kapasitas	Operator tidak mengikuti standar pengisian bahan baku ke dalam mesin <i>crusher</i>	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i> di mesin <i>pan granulator</i>	-
		Kerusakan <i>gear</i> dan <i>bearing</i>	Penggantian dan penambahan <i>grease</i> / <i>stempet</i> tidak dilakukan ketika mesin bekerja penuh	Aktivitas <i>cleaning</i> bagian <i>pan granulator</i> tidak dikerjakan sesuai standar kerja <i>cleaning</i>	-	-
		Motor terbakar	Beban motor terlalu berat	Bahan baku yang masuk melebihi kapasitas mesin	Mencapai target produksi petrokanik	-
	Operator tidak mengikuti standar pengisian bahan baku ke dalam mesin <i>pan granulator</i>				Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i>	
	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>dryer</i>	Kerusakan bagian <i>bearing</i> dan roda <i>ring</i>	Kurangnya <i>grease</i> / <i>stempet</i> dan oli pada <i>bearing</i> dan roda <i>ring</i>	Operator tidak melakukan aktivitas <i>cleaning</i> di mesin <i>dryer</i> sesuai standar kerja <i>cleaning</i>	-	-

Tabel 5. 5 Root Cause Analysis Waiting (Lanjutan)

<i>Jenis Waste</i>	<i>Sub Waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
Waiting	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>dryer</i>	Motor terbakar	Konsleting listrik	Terjadi penumpukan <i>steker</i> yang berlebihan	-	-
	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>dryer</i>	Penggumpalan produk di <i>inlet dryer</i>	Masuknya produk dengan kandungan air >30% dari <i>pan granulator</i> ke dalam <i>dryer</i>	Operator tidak mengikuti standar kandungan air yang harus dimasukkan ke dalam <i>dryer</i>	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i>	-
	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>cooler</i>	Kerusakan pada bagian <i>bucket elevator</i>	Tidak sesuaianya pengaturan suhu dan jumlah produk yang diangkut dengan kapasitas <i>bucket</i>	Operator tidak mematuhi SOP produksi di mesin <i>cooler</i>	-	-
	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>screener</i>	Motor terbakar	Konsleting listrik	Terjadi penumpukan <i>steker</i> yang berlebihan	-	-
		Bagian <i>screen</i> sobek	<i>Screen</i> terkena barang pengganggu yang ikut pada produk	Kurang bersihnya pemilihan barang pengganggu dari mesin <i>crusher</i>	-	-
	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>packaging</i>	Kerusakan mesin jahit	Kabel mesin jahit terputus	Operator tidak melakukan aktivitas <i>packaging</i> di mesin <i>dryer</i> sesuai standar kerja <i>packaging</i>	-	-

#### 5.1.1.3. Inventori

Waste inventori terbagi menjadi dua, yaitu inventori bahan baku dan inventori produk jadi. Berikut ini adalah *root cause analysis waste* inventori pada produksi petrogekanik.

Tabel 5. 6 *Root Cause Analysis Waste* Inventori

Jenis Waste	Sub Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4
Inventori	Kerusakan bahan baku	Bahan baku yang diproduksi sedikit	Banyak produk yang harus di- <i>rework</i>	Adanya <i>defect</i> produk yang harus diproses ulang	Pekerjaan operator yang tidak mengikuti SOP produksi
		Penurunan kualitas bahan baku	Bahan baku lembab karena terlalu lama di gudang	Berlebihnya persediaan bahan baku	-
			Terjadinya kebocoran oleh air hujan sehingga menimbulkan kebasahan bahan baku	Kurangnya kapasitas gudang bahan baku, sehingga bahan baku harus ditempatkan di luar pabrik	-
	Kerusakan produk jadi	Produk belum diambil oleh bagian gudang, sehingga terlalu lama berada di gudang sementara	Kapasitas gudang bahan baku tidak memadai	-	-
		Terjadinya kebocoran oleh air hujan sehingga menimbulkan kebasahan bahan baku	Kurangnya kapasitas gudang produk jadi sementara, sehingga produk harus ditempatkan di luar pabrik	-	-



### 5.1.2 Identifikasi *Failure Mode and Effect Analysis*

Setelah diketahui akar penyebab permasalahan (*root cause analysis*) pada masing – masing *waste* kritis, maka langkah selanjutnya adalah menentukan modus kegagalan dan efek yang dihasilkan dari penyebab permasalahan paling kritis berdasarkan kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Analisa FMEA diperoleh dari hasil *brainstorming* dengan kepala produksi pabrik petrokanik PT Petrokimia Gresik. Langkah – langkah yang perlu dilakukan untuk menyusun FMEA yaitu :

1. Membuat tabel kriteria penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection*
2. Menentukan *ranking* penilaian pada masing – masing kriteria
3. Akar penyebab masalah yang paling kritis dimasukkan ke dalam kolom *potential cause* sebagai penyebab yang menimbulkan *waste*
4. Kemudian hasil *potential cause* tersebut akan digunakan untuk menentukan tingkat keseringan *potential effect* (dampak) yang terjadi dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan (*detection*) melalui kolom *control*
5. Melakukan penilaian pada masing masing *potential effect* (*severity*), *potential cause* (*occurrence*), dan *control* (*detection*) untuk mendapatkan hasil RPN tertinggi

#### 5.1.2.1 FMEA Defect

Langkah pertama untuk membuat FMEA dari *waste defect* adalah membuat kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Tabel 5.7 – 5.11 merupakan tabel kriteria penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada *waste defect*.

Tabel 5. 7 Kriteria Penilaian *Severity Defect*

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Sangat minor	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar < 1 % dari total produksi	2
	Waktu produksi lebih lama 10 menit dari yang seharusnya	

Tabel 5. 8 Kriteria Penilaian *Severity Defect* (Lanjutan)

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Minor	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar 1 % - 9 % dari total produksi	3
	Waktu produksi lebih lama 30 menit dari yang seharusnya	
Sangat rendah	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar 10 % - 19 % dari total produksi	4
	Waktu produksi lebih lama 1 jam dari yang seharusnya	
Rendah	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar 20 % - 29 % dari total produksi	5
	Waktu produksi lebih lama 2 jam dari yang seharusnya	
Sedang	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar 30 % - 39 % dari total produksi	6
	Waktu produksi lebih lama 4 jam dari yang seharusnya	
Tinggi	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar 40 % - 49 % dari total produksi	7
	Waktu produksi lebih lama 7 jam dari yang seharusnya	
Sangat tinggi	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar 50 % - 59 % dari total produksi	8
	Waktu produksi lebih lama 1 hari dari yang seharusnya	
Berbahaya dengan peringatan	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar 60 % - 70 % dari total produksi	9
	Waktu produksi lebih lama >1 hari dari yang seharusnya	
Berbahaya tanpa peringatan	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar >70 % dari total produksi	10
	Waktu produksi lebih lama >2 hari dari yang seharusnya	

Tabel 5. 9 Kriteria Penilaian *Occurrence Defect*

<i>Effect</i>	<i>Occurance</i>	<i>Rating</i>
Tidak pernah	0%	1
Jarang	0 % - 5 %	2
	6 % - 10 %	3
Kadang - kadang	11 % - 15 %	4
	16 % - 20 %	5

Tabel 5. 10 Kriteria Penilaian *Occurrence Defect* (Lanjutan)

<i>Effect</i>	<i>Occurance</i>	<i>Rating</i>
Cukup sering	21 % - 25 %	6
Sering	26 % - 30 %	7
	31 % - 35 %	8
	36 % - 40 %	9
Sangat sering	> 40 %	10

Tabel 5. 11 Kriteria Penilaian *Detection Defect*

<i>Effect</i>	<i>Detection</i>	<i>Rating</i>
Hampir pasti	Pemborosan langsung dapat dideteksi	1
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat mudah	Dapat dideteksi dengan inspeksi visual	2
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Pemborosan diketahui setelah terjadi pemborosan	3
	Mebutuhkan alat bantu untuk mendeteksi	
Cukup mudah	Pemborosan diketahui saat proses selesai	4
	Mebutuhkan alat bantu untuk mendeteksi	
Sedang	Pemborosan diketahui ketika telah dilakukan evaluasi	5
	Mebutuhkan alat bantu untuk mendeteksi	
Cukup sulit	Dibutuhkan metode khusus untuk mendeteksi pemborosan	6
	Mebutuhkan alat bantu khusus untuk mendeteksi	
Sulit	Pemborosan mulai sulit terdeteksi	7
	Mebutuhkan alat bantu canggih untuk mendeteksi	
Sangat sulit	Hasil deteksi tidak akurat	8
	Mebutuhkan alat bantu canggih untuk mendeteksi	
Amat sangat sulit	Pemborosan diketahui setelah dilakukan evaluasi	9
	Alat bantu tidak dapat digunakan	
Hampir tidak mungkin	Hasil deteksi tidak akurat	10
	Pemborosan tidak dapat dideteksi	

Setelah dilakukan penilaian terhadap kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection*, maka langkah selanjutnya adalah membuat penilaian potensi kegagalan dan efeknya untuk *waste defect*.

Tabel 5. 12 FMEA *Defect*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>S</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>O</i>	<i>Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommended Action</i>	<i>Actions Taken</i>
<i>Defect</i>	Produk <i>out of spec</i> , yang terdiri dari ukuran melebihi ukuran standar atau <i>oversize</i> (>5 mm) dan ukuran kurang dari ukuran standar atau <i>undersize</i> (<2 mm)	Terjadinya <i>rework</i> produk <i>defect</i> petrokanik	7	Tidak ada alat timbang di bagian <i>mixing</i>	9	Pengawasan lapangan	4	252	Memberikan penambahan alat timbang di bagian <i>mixing</i>	Memberikan penambahan alat timbang sesuai kebutuhan di bagian <i>mixing</i>
		Waktu produksi lebih panjang dari yang seharusnya	4	Beban kerja operator terlalu berat sehingga utilitas operator menurun	3	Analisa pembagian <i>job desc</i> di bagian produksi	3	36	Melakukan kontroling terhadap kerja operator sesuai <i>job desc</i> -nya	Pembuatan <i>form</i> pengawasan untuk mengetahui hasil kerja operator

Tabel 5. 13 FMEA *Defect* (Lanjutan)

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>S</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>O</i>	<i>Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommended Action</i>	<i>Actions Taken</i>
<i>Defect</i>	Produk <i>out of spec</i> , yang terdiri dari ukuran melebihi standar atau <i>oversize</i> (>5 mm) dan ukuran kurang dari standar atau <i>undersize</i> (<2 mm)	Terjadinya <i>rework</i> produk <i>defect</i> petrokanik	5	Tidak ada uji laboratorium mengenai kualitas <i>raw material</i>	7	Inspeksi visual	5	175	Memberikan pengujian kualitas <i>raw material</i> sebelum masuk ke bagian produksi	Tidak hanya melakukan validasi terhadap kuantitas <i>raw material</i> , tetapi juga kualitasnya terutama untuk kandungan C-organik, C/N ratio, Fe-total, tingkat kematangan, dan kadar air <i>raw material</i>
		Kerugian biaya untuk melakukan perbaikan mesin	6	Aktivitas <i>cleaning</i> bagian selang <i>pan granulator</i> tidak dikerjakan sesuai standar kerja <i>cleaning</i>	7	Pengawasan lapangan	6	252	Pengawasan kerja operator selama melakukan <i>cleaning</i>	<i>Supervisor</i> melakukan kontroling terhadap pekerjaan operator selama melakukan <i>cleaning</i>

Tabel 5. 14 FMEA *Defect* (Lanjutan)

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>S</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>O</i>	<i>Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommended Action</i>	<i>Actions Taken</i>
<i>Defect</i>	Produk <i>out of spec</i> ( <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> )	Waktu produksi lebih panjang dari yang seharusnya	3	Kemampuan operator yang kurang	6	Pengawasan lapangan	4	72	Pengawasan pekerjaan operator	Pembuatan <i>form</i> pengawasan untuk mengetahui hasil kerja operator
			3	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i>	5	Pengawasan lapangan	3	45	<i>Supervisor</i> , dalam hal ini kepala pabrik melakukan pengawasan mengenai pekerjaan operator	Melakukan pengawasan pekerjaan operator

### 5.1.2.2 FMEA Waiting

Langkah pertama untuk membuat FMEA dari *waste waiting* adalah membuat kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Tabel 5.15 – 5.18 merupakan tabel penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada *waste waiting*.

Tabel 5. 15 Kriteria Penilaian *Severity Waiting*

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Sangat minor	Memberikan pengaruh yang seminimal mungkin pada proses produksi tetapi dapat diabaikan	2
Minor	Berpengaruh terhadap beberapa penurunan performansi proses produksi	3
	Menyebabkan sedikit gangguan pada proses	
Sangat rendah	Menunda satu atau dua proses produksi dalam waktu singkat	4
	Menyebabkan penurunan performansi mesin secara signifikan	
Rendah	Menyebabkan gangguan pada proses produksi	5
	Tidak menimbulkan kerusakan pada proses produksi	
	Menunda proses produksi dalam waktu <30 menit	
Sedang	Menyebabkan kerusakan kecil pada proses produksi	6
	Menghentikan proses produksi <60 menit	
Tinggi	Menyebabkan kerusakan pada peralatan	7
	Menghentikan proses produksi >60 menit	
Sangat tinggi	Kerusakan mesin tidak membahayakan keselamatan operator	8
	Menghentikan proses produksi hingga 1 <i>shift</i>	
Berbahaya dengan peringatan	Berpeluang mengganggu keselamatan operator	9
	Menghentikan proses produksi hingga 1 hari	
Berbahaya tanpa peringatan	Tingkat keparahan sangat tinggi ketika tidak ada peringatan terhadap kegagalan	10
	Menghentikan proses produksi secara total atau tidak dapat diperbaiki	

Tabel 5. 16 Kriteria Penilaian *Occurance Waiting*

<i>Effect</i>	<i>Occurance</i>	<i>Rating</i>
Tidak pernah	Hampir tidak pernah terjadi selama setahun	1
Jarang	Satu tahun sekali	2
	Enam bulan sekali	3
Kadang - kadang	Tiga bulan sekali	4
	Dua bulan sekali	5
Cukup sering	Satu bulan sekali	6

Tabel 5. 17 Kriteria Penilaian *Occurrence Waiting* (Lanjutan)

<i>Effect</i>	<i>Occurance</i>	<i>Rating</i>
Sering	Dua minggu sekali	7
	Satu minggu sekali	8
	Tiga hari sekali	9
Sangat sering	Tiap hari sekali	10

Tabel 5. 18 Kriteria Penilaian *Detection Waiting*

<i>Effect</i>	<i>Detection</i>	<i>Rating</i>
Hampir pasti	Pemborosan langsung dapat dideteksi	1
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat mudah	Dapat dideteksi dengan inspeksi visual	2
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Pemborosan diketahui setelah terjadi pemborosan	3
	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi	
Cukup mudah	Pemborosan diketahui saat proses selesai	4
	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi	
Sedang	Pemborosan diketahui ketika telah dilakukan perbaikan	5
	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi	
Cukup sulit	Dibutuhkan metode khusus untuk mendeteksi pemborosan	6
	Membutuhkan alat bantu khusus untuk mendeteksi	
Sulit	Pemborosan mulai sulit terdeteksi	7
	Membutuhkan alat bantu canggih untuk mendeteksi	
Sangat sulit	Hasil deteksi tidak akurat	8
	Membutuhkan alat bantu canggih untuk mendeteksi	
Amat sangat sulit	Pemborosan diketahui setelah dilakukan perbaikan	9
	Alat bantu tidak dapat digunakan	
Hampir tidak mungkin	Hasil deteksi tidak akurat	10
	Pemborosan tidak dapat dideteksi	

Setelah menyusun kriteria penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection*, maka selanjutnya adalah pembuatan FMEA dari *waste waiting* pada Tabel 5.19 - 5.23.



Tabel 5. 19 FMEA *Waiting*

<b>Waste</b>	<b>Potential Failure Mode</b>	<b>Potential Effect</b>	<b>S</b>	<b>Potential Causes</b>	<b>O</b>	<b>Control</b>	<b>D</b>	<b>RPN</b>	<b>Recommended Action</b>	<b>Actions Taken</b>
<i>Waiting</i>	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>crusher</i>	Waktu produksi menjadi lebih lama	4	Operator tidak mematuhi SOP produksi mesin <i>crusher</i>	5	Pengawasan lapangan	3	60	Kontrolling hasil kerja operator	Evaluasi kesesuaian kerja operator dengan SOP yang ada
		Kerusakan pada unit <i>screener</i> di mesin <i>crusher</i>	3	Kecerobohan operator ketika memilah bahan pengganggu	4	Pengawasan lapangan	1	12	<i>Supervisor</i> , dalam hal ini kepala pabrik melakukan pengawasan mengenai kerja operator	Melakukan inspeksi <i>raw material</i> yang akan masuk ke mesin <i>crusher</i>
		Meningkatkan jumlah WIP dari mesin <i>crusher</i>	2	Meningkatkan persediaan bahan baku yang telah hancur agar siap digunakan di bagian <i>mixing</i>	3	Pengawasan lapangan	2	12	Analisa kapasitas mesin dan <i>output</i> yang mampu dihasilkan	<i>Update</i> persediaan bahan baku dan rencana produksi harian dari pihak manajemen, kemudian disampaikan ke bagian produksi

Tabel 5. 20 FMEA *Waiting* (Lanjutan)

<b>Waste</b>	<b>Potential Failure Mode</b>	<b>Potential Effect</b>	<b>S</b>	<b>Potential Causes</b>	<b>O</b>	<b>Control</b>	<b>D</b>	<b>RPN</b>	<b>Recommended Action</b>	<b>Actions Taken</b>
<i>Waiting</i>	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>crusher</i>	Kerugian biaya untuk perbaikan mesin	4	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i> di mesin <i>crusher</i>	5	Pengawasan lapangan	1	20	<i>Supervisor</i> , dalam hal ini kepala pabrik melakukan pengawasan mengenai pekerjaan operator	Melakukan pengawasan kerja operator dengan pemberian sanksi kepada pelanggarnya
	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>pan granulator</i>	Semakin panjangnya <i>lead time</i> karena digunakan untuk melakukan perbaikan mesin	3	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i> di mesin <i>pan granulator</i>	6	Pengawasan lapangan	1	18	<i>Supervisor</i> , dalam hal ini kepala pabrik melakukan pengawasan mengenai pekerjaan operator	Melakukan pengawasan kerja operator dengan pemberian sanksi kepada pelanggarnya
		Kerugian biaya untuk perbaikan mesin	4	Aktivitas <i>cleaning</i> bagian <i>pan granulator</i> tidak dikerjakan sesuai standar kerja <i>cleaning</i>	6	Pengawasan lapangan	3	72	Pengawasan pekerjaan operator selama melakukan <i>cleaning</i>	<i>Supervisor</i> melakukan kontroling terhadap kerja operator selama melakukan <i>cleaning</i>

Tabel 5. 21 FMEA *Waiting* (Lanjutan)

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>S</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>O</i>	<i>Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommended Action</i>	<i>Actions Taken</i>
<i>Waiting</i>	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>pan granulator</i>	Penumpukan bahan baku di mesin <i>pan granulator</i>	2	Mencapai target produksi petrogranik	3	Pengawasan lapangan	1	6	Analisa hasil produksi yang harus dipenuhi sesuai kemampuan mesin	Melakukan kontrolling aktivitas di lantai produksi oleh <i>supervisor</i>
	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>dryer</i>	Kerugian biaya untuk perbaikan mesin	4	Operator tidak melakukan aktivitas <i>cleaning</i> di mesin <i>dryer</i> sesuai standar kerja <i>cleaning</i>	6	Pengawasan lapangan	3	72	Pengawasan kerja operator selama melakukan <i>cleaning</i>	<i>Supervisor</i> melakukan kontrolling terhadap kerja operator selama melakukan <i>cleaning</i>
		Penumpukan bahan baku setengah jadi di mesin <i>dryer</i>	3	Terjadi penumpukan steker yang berlebihan	4	Pengawasan lapangan	1	12	Evaluasi penggunaan listrik di lantai produksi	Melakukan analisa terhadap keuntungan dan kelemahan terhadap penggunaan <i>stabilizer</i>

Tabel 5. 22 FMEA *Waiting* (Lanjutan)

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>S</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>O</i>	<i>Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommended Action</i>	<i>Actions Taken</i>
<i>Waiting</i>	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>dryer</i>	Semakin panjangnya <i>lead time</i> produksi petroganik	4	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i>	4	Pengawasan lapangan	1	16	<i>Supervisor</i> , dalam hal ini kepala pabrik melakukan pengawasan mengenai pekerjaan operator	Melakukan pengawasan kerja operator dengan pemberian sanksi kepada pelanggarnya
	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>cooler</i>	Kerugian biaya untuk perbaikan mesin	8	Operator tidak mematuhi SOP produksi mesin <i>cooler</i>	9	Pengawasan lapangan	2	144	Kontrollng hasil kerja operator	Evaluasi pekerjaan operator untuk mengetahui aktivitas yang dilakukan sudah benar atau belum
	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>screener</i>	Penumpukan bahan baku di mesin <i>screener</i>	2	Terjadi penumpukan steker yang berlebihan	4	Pengawasan lapangan	1	8	Evaluasi penggunaan listrik di lantai produksi	Melakukan analisa terhadap keuntungan dan kelemahan terhadap penggunaan <i>stabilizer</i>

Tabel 5. 23 FMEA *Waiting* (Lanjutan)

<b>Waste</b>	<b>Potential Failure Mode</b>	<b>Potential Effect</b>	<b>S</b>	<b>Potential Causes</b>	<b>O</b>	<b>Control</b>	<b>D</b>	<b>RPN</b>	<b>Recommended Action</b>	<b>Actions Taken</b>
<i>Waiting</i>	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>screener</i>	Kerusakan pada saringan di mesin <i>screener</i>	4	Kurang bersihnya pemilihan barang pengganggu dari mesin <i>crusher</i>	3	Pengawasan lapangan	1	12	<i>Supervisor</i> , dalam hal ini kepala pabrik melakukan pengawasan mengenai kerja operator	Melakukan inspeksi <i>raw material</i> yang akan masuk ke mesin <i>crusher</i>
	Kerusakan ( <i>breakdown</i> ) mesin <i>packaging</i>	Kerugian biaya untuk perbaikan mesin	2	Operator tidak melakukan aktivitas <i>cleaning</i> di mesin <i>packaging</i> sesuai standar kerja <i>cleaning</i>	2	Pengawasan lapangan	3	12	Pengawasan kerja operator selama melakukan <i>cleaning</i>	<i>Supervisor</i> melakukan kontroling terhadap pekerjaan operator selama melakukan <i>cleaning</i>

### 5.1.2.3 FMEA Inventori

Langkah pertama untuk membuat FMEA dari *waste inventory* adalah membuat kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Tabel 5.24 – 5.26 merupakan tabel penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada *waste inventory*.

Tabel 5. 24 Kriteria Penilaian *Severity* Inventori

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Sangat minor	Memberikan kerusakan bahan baku dan produk jadi yang seminimal mungkin tetapi dapat diabaikan	2
Minor	Menimbulkan kerusakan persediaan bahan baku dan produk jadi sebesar 1%	3
	Menyebabkan sedikit gangguan pada pemenuhan target produksi	
Sangat rendah	Menimbulkan kerusakan persediaan bahan baku dan produk jadi sebesar 2 - 5%	4
	Target produksi tidak terpenuhi sebesar 1 - 10%	
Rendah	Menimbulkan kerusakan persediaan bahan baku dan produk jadi sebesar 5 - 10%	5
	Target produksi tidak terpenuhi sebesar 11 - 20%	
Sedang	Menimbulkan kerusakan persediaan bahan baku dan produk jadi sebesar 11 - 15%	6
	Target produksi tidak terpenuhi sebesar 21 - 30%	
Tinggi	Menimbulkan kerusakan persediaan bahan baku dan produk jadi sebesar 16 - 20%	7
	Target produksi tidak terpenuhi sebesar 31 - 40%	
Sangat tinggi	Menimbulkan kerusakan persediaan bahan baku dan produk jadi sebesar 21 - 25%	8
	Target produksi tidak terpenuhi sebesar 41 - 50%	
Berbahaya dengan peringatan	Menimbulkan kerusakan persediaan bahan baku dan produk jadi sebesar 26 - 30%	9
	Target produksi tidak terpenuhi sebesar 52 - 60%	
Berbahaya tanpa peringatan	Menimbulkan kerusakan persediaan bahan baku dan produk jadi >30 %	10
	Target produksi tidak terpenuhi sebesar >60%	

Tabel 5. 25 Kriteria Penilaian *Occurrence* Inventori

<i>Effect</i>	<i>Occurance</i>	<i>Rating</i>
Tidak pernah	0%	1
Jarang	0 % - 5 %	2
	6 % - 10 %	3
Kadang - kadang	11 % - 15 %	4
	16 % - 20 %	5
Cukup sering	21 % - 25 %	6
Sering	26 % - 30 %	7
	31 % - 35 %	8
	36 % - 40 %	9
Sangat sering	> 40 %	10

Tabel 5. 26 Kriteria Penilaian *Detection* Inventori

<i>Effect</i>	<i>Detection</i>	<i>Rating</i>
Hampir pasti	Pemborosan langsung dapat dideteksi	1
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat mudah	Dapat dideteksi dengan inspeksi visual	2
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Pemborosan diketahui setelah terjadi pemborosan	3
	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi	
Cukup mudah	Pemborosan diketahui saat proses selesai	4
	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi	
Sedang	Pemborosan diketahui ketika telah dilakukan evaluasi	5
	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi	
Cukup sulit	Dibutuhkan metode khusus untuk mendeteksi pemborosan	6
	Membutuhkan alat bantu khusus untuk mendeteksi	
Sulit	Pemborosan mulai sulit terdeteksi	7
	Membutuhkan alat bantu canggih untuk mendeteksi	
Sangat sulit	Hasil deteksi tidak akurat	8
	Membutuhkan alat bantu canggih untuk mendeteksi	
Amat sangat sulit	Pemborosan diketahui setelah dilakukan evaluasi	9
	Alat bantu tidak dapat digunakan	
Hampir tidak mungkin	Hasil deteksi tidak akurat	10
	Pemborosan tidak dapat dideteksi	

Setelah menyusun kriteria penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection*, maka selanjutnya adalah pembuatan FMEA dari *waste* inventori pada Tabel 5.27 - 5.28.

Tabel 5. 27 FMEA Inventori

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>S</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>O</i>	<i>Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommended Action</i>	<i>Actions Taken</i>
Inventori	Kerusakan bahan baku	Kerugian biaya untuk pembelian bahan baku	4	Pekerjaan operator yang tidak mengikuti SOP produksi	7	Pengawasan di proses produksi	3	84	Pengawasan lapangan	Melakukan kontrolling terhadap kerja operator agar tidak bekerja sesuka hati
			4	Berlebihnya persediaan bahan baku	5	Pembuatan laporan rutin tentang penggunaan bahan baku	3	60	Evaluasi kebutuhan <i>raw material</i>	<i>Update</i> hasil produksi secara rutin agar persediaan <i>raw material</i> dapat dikontrol
			4	Kurangnya kapasitas gudang bahan baku, sehingga bahan baku harus ditempatkan di luar pabrik	3	Perencanaan produksi oleh bagian PPIC	6	72	Evaluasi kebutuhan <i>raw material</i>	Analisis kebutuhan <i>raw material</i> melalui kontroling penggunaan dan kebutuhan bahan baku untuk bagian produksi



Tabel 5. 28 FMEA Inventori (Lanjutan)

<i><b>Waste</b></i>	<i><b>Potential Failure Mode</b></i>	<i><b>Potential Effect</b></i>	<i><b>S</b></i>	<i><b>Potential Causes</b></i>	<i><b>O</b></i>	<i><b>Control</b></i>	<i><b>D</b></i>	<i><b>RPN</b></i>	<i><b>Recommended Action</b></i>	<i><b>Actions Taken</b></i>
Inventori	Kerusakan produk jadi	Target produksi tidak terpenuhi	4	Kapasitas gudang bahan baku tidak memadai	4	Perencanaan produksi oleh bagian PPIC	5	80	Evaluasi kebutuhan <i>raw material</i>	<i>Update</i> hasil produksi secara rutin agar persediaan <i>raw material</i> dapat dikontrol
			4	Kurangnya kapasitas gudang produk jadi sementara, sehingga produk harus ditempatkan di luar pabrik	3	Perencanaan produksi oleh bagian PPIC	6	72	Analisa kebutuhan transportasi dan jadwal pengiriman produk dari gudang sementara ke gudang PGM	Penghitungan jumlah transportasi yang optimal dan pembuatan jadwal pengiriman produk ke gudang PGM

## 5.2 Improve

Tahap *improve* dilakukan untuk memberikan rekomendasi perbaikan terhadap permasalahan yang terjadi di produksi petrogekanik. *Improvement* dilakukan dengan memperhatikan *root cause analysis* dan hasil FMEA pada sub bab sebelumnya. Hasil *root cause* dan *action taken* akan dijadikan pedoman untuk menyusun alternatif perbaikan. Kemudian pemilihan *improvement* dilakukan dengan mempertimbangkan biaya yang dikeluarkan untuk penerapan dan hasil *brainstorming* dengan pihak perusahaan.

### 5.2.1 Usulan Alternatif Perbaikan

Langkah awal untuk menyusun alternatif perbaikan adalah menyusun *root cause* pada setiap *waste*, membuat *action taken* yang dapat dilakukan, dan mengelompokkan *action taken* ke dalam alternatif solusi perbaikan. Dari tabel pada sub bab FMEA diketahui *root cause* dan *action taken* yang dilakukan. Kemudian pada tahap ini akan diberikan rekap *root cause* dan *action taken* pada masing – masing *waste* kritis. Tabel 5.29 dan 5.30 merupakan tabel *improvement* tiap *action taken* pada *waste defect*.

Tabel 5. 29 *Improvement* Tiap *Action Taken Defect*

<b>Waste</b>	<b>Root Cause</b>	<b>Action Taken</b>	<b>Improvement</b>
<i>Defect</i>	Tidak ada alat timbang di bagian <i>mixing</i>	Memberikan penambahan alat timbang sesuai kebutuhan di bagian <i>mixing</i>	Investasi alat baru di bagian <i>mixing</i>
	Beban kerja operator di bagian <i>mixing</i> terlalu berat sehingga utilitas operator menurun	Pembuatan <i>form</i> pengawasan untuk mengetahui hasil kinerja operator	Peningkatan kinerja operator
	Tidak ada uji laboratorium mengenai kualitas <i>raw material</i>	Tidak hanya melakukan validasi terhadap kuantitas <i>raw material</i> , tetapi juga kualitasnya terutama untuk kandungan C-organik, C/N ratio, Fe-total, tingkat kematangan, dan kadar air <i>raw material</i> .	Inspeksi kualitas <i>raw material</i>
	Aktivitas <i>cleaning</i> bagian selang <i>pan granulator</i> tidak dikerjakan sesuai standar kerja <i>cleaning</i>	<i>Supervisor</i> melakukan kontroling terhadap pekerjaan operator selama melakukan <i>cleaning</i>	Peningkatan kinerja operator

Tabel 5. 30 *Improvement* Tiap *Action Taken* Defect (Lanjutan)

<b>Waste</b>	<b>Root Cause</b>	<b>Action Taken</b>	<b>Improvement</b>
<i>Defect</i>	Kemampuan operator yang kurang	Pembuatan <i>form controlling</i> untuk mengetahui kinerja operator	Peningkatan kinerja operator
	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i>	Melakukan pengawasan terhadap pekerjaan operator	Peningkatan kinerja operator

Pada Tabel 5.31 dan 5.32 berikut adalah tabel *improvement* tiap *action taken* pada *waste waiting*.

Tabel 5. 31 *Improvement* Tiap *Action Taken* Waiting

<b>Waste</b>	<b>Root Cause</b>	<b>Action Taken</b>	<b>Improvement</b>
<i>Waiting</i>	Operator tidak mematuhi SOP produksi mesin <i>crusher</i>	Evaluasi kesesuaian kerja operator dengan SOP yang ada	Peningkatan kinerja operator
	Kecerobohan operator ketika memilah bahan pengganggu	Melakukan inspeksi <i>raw material</i> yang akan masuk ke mesin <i>crusher</i>	Inspeksi kualitas <i>raw material</i>
	Meningkatkan persediaan bahan baku yang telah hancur agar siap digunakan di bagian <i>mixing</i>	<i>Update</i> persediaan bahan baku dan rencana produksi harian dari pihak manajemen, kemudian disampaikan ke bagian produksi	-
	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i> di mesin <i>crusher</i>	Melakukan pengawasan kerja operator dengan pemberian sanksi kepada pelanggarnya	Peningkatan kinerja operator
	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i> di mesin <i>pan granulator</i>	Melakukan pengawasan kerja operator dengan pemberian sanksi kepada pelanggarnya	Peningkatan kinerja operator
	Aktivitas <i>cleaning</i> bagian <i>pan granulator</i> tidak dikerjakan sesuai standar kerja <i>cleaning</i>	<i>Supervisor</i> melakukan kontroling terhadap pekerjaan operator selama melakukan <i>cleaning</i>	Peningkatan kinerja operator
	Mencapai target produksi petrogekanik	Melakukan kontrolling aktivitas di lantai produksi oleh <i>supervisor</i>	Peningkatan kinerja operator

Tabel 5. 32 *Improvement* Tiap *Action Taken* Waiting (Lanjutan)

<i>Waste</i>	<i>Root Cause</i>	<i>Action Taken</i>	<i>Improvement</i>
Waiting	Operator tidak melakukan aktivitas <i>cleaning</i> di mesin <i>dryer</i> sesuai standar kerja <i>cleaning</i>	<i>Supervisor</i> melakukan kontroling terhadap pekerjaan operator selama melakukan <i>cleaning</i>	Peningkatan kinerja operator
	Terjadi penumpukan steker yang berlebihan	Melakukan analisa terhadap keuntungan dan kelemahan terhadap penggunaan <i>stabilizer</i> , baik dari segi biaya pembelian dan manfaat yang diberikan	Peningkatan kinerja operator

Pada Tabel 5.33 berikut adalah tabel *improvement* tiap *action taken* pada *waste* inventori.

Tabel 5. 33 *Improvement* Tiap *Action Taken* Inventori

<i>Waste</i>	<i>Root Cause</i>	<i>Action Taken</i>	<i>Improvement</i>
Inventori	Pekerjaan operator yang tidak mengikuti SOP produksi	Melakukan kontroling terhadap pekerjaan operator agar tidak bekerja sesuka hati	Peningkatan kinerja operator
	Berlebihnya persediaan bahan baku	<i>Update</i> hasil produksi secara rutin agar persediaan <i>raw material</i> dapat dikontrol	-
	Kurangnya kapasitas gudang bahan baku, sehingga bahan baku harus ditempatkan di luar pabrik	Analisis kebutuhan <i>raw material</i> melalui kontroling penggunaan dan kebutuhan bahan baku untuk bagian produksi	Peningkatan kinerja operator
	Kapasitas gudang bahan baku tidak memadai	<i>Update</i> hasil produksi secara rutin agar persediaan <i>raw material</i> dapat dikontrol	Peningkatan kinerja operator
	Kurangnya kapasitas gudang produk jadi sementara, sehingga produk harus ditempatkan di luar pabrik	Penghitungan jumlah transportasi yang optimal dan pembuatan jadwal pengiriman produk ke gudang PGM	-

Dari hasil pembuatan alternatif untuk *improvement* melalui *root cause* paling kritis dan *action taken* tersebut, kemudian dilakukan pengelompokan *improvement* untuk keseluruhan *waste*. Tabel 5.34 merupakan alternatif *improvement* disertai deksripsi *improvement* yang dilakukan. Alternatif perbaikan

tersebut terdiri dari investasi alat baru di bagian *mixing*, inspeksi kualitas *raw material*, dan peningkatan performansi kinerja operator.

Tabel 5. 34 Daftar Alternatif Perbaikan

No	Improvement	Deskripsi Improvement
1	Investasi alat baru di bagian <i>mixing</i>	Melakukan pengadaan alat timbangan di bagian <i>mixing</i>
		Penyusunan instruksi pengoperasian alat timbang di bagian <i>mixing</i>
		Pembuatan <i>form</i> pengawasan untuk perawatan ( <i>maintenance</i> ) alat
2	Inspeksi kualitas <i>raw material</i>	Pembuatan divisi baru untuk bagian <i>quality control</i> bahan baku
		Merencanakan <i>job desc</i> bagi operator di bagian <i>quality control</i> bahan baku
		Perencanaan standar yang perlu diuji untuk mengetahui kualitas bahan baku, antara lain : kandungan C-organik, C/N rasio, Fe-total, tingkat kematangan, dan kadar air
3	Peningkatan performansi kinerja operator	Pembuatan <i>form</i> pengawasan untuk mengetahui hasil kerja operator
		Pembuatan <i>form</i> pengawasan untuk hasil aktivitas <i>cleaning</i> yang dilakukan
		Pembuatan <i>form</i> pengawasan untuk mengetahui kesesuaian kerja operator dengan SOP yang ada

Setelah dilakukan penyusunan alternatif perbaikan dan deskripsi kegiatan perbaikan yang akan dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah mengetahui korelasi alternatif perbaikan terhadap *root cause* yang ada. Tabel 5.35 dan 5.36 adalah tabel korelasi antara alternatif perbaikan dengan *root cause*.

Tabel 5. 35 Hubungan *Root Cause* dengan Alternatif Perbaikan

Waste	Root Cause	Improvement		
		Investasi Alat Baru di Bagian <i>Mixing</i>	Inspeksi Kualitas <i>Raw Material</i>	Peningkatan Performansi Kinerja Operator
Defect	Tidak ada alat timbang di bagian <i>mixing</i>	√		
	Beban kerja operator terlalu berat sehingga utilitas operator menurun			√

Tabel 5. 36 Hubungan *Root Cause* dengan Alternatif Perbaikan (Lanjutan)

<i>Waste</i>	<i>Root Cause</i>	<i>Improvement</i>		
		Investasi Alat Baru di Bagian <i>Mixing</i>	Inspeksi Kualitas <i>Raw Material</i>	Peningkatan Performansi Kinerja Operator
<i>Defect</i>	Tidak ada uji laboratorium mengenai kualitas <i>raw material</i>		√	
	Aktivitas <i>cleaning</i> bagian selang <i>pan granulator</i> tidak dikerjakan sesuai standar kerja <i>cleaning</i>			√
	Tidak ada pelatihan cara kerja untuk operator produksi			√
	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i>			√
<i>Waiting</i>	Operator tidak mematuhi SOP produksi			√
	Kecerobohan operator ketika memilah bahan pengganggu			√
	Meningkatkan persediaan bahan baku yang telah hancur agar siap digunakan di bagian <i>mixing</i>			√
	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i>			√
	Operator tidak melakukan aktivitas <i>cleaning</i> mesin sesuai standar kerja <i>cleaning</i>			√
	Mencapai target produksi petroganik			√
	Terjadi penumpukan steker yang berlebihan			√
	Operator tidak mematuhi SOP produksi			√
<i>Inventori</i>	Pekerjaan operator yang tidak mengikuti SOP produksi			√
	Berlebihnya persediaan bahan baku			√
	Kurangnya kapasitas gudang bahan baku, sehingga bahan baku harus ditempatkan di luar pabrik			√
	Kapasitas gudang bahan baku tidak memadai			√
	Kurangnya kapasitas gudang produk jadi sementara, sehingga produk harus ditempatkan di luar pabrik			√

Dari hasil Tabel 5.35 dan 5.36 menunjukkan bahwa semua akar penyebab masalah pada masing – masing *waste* mampu diselesaikan menggunakan alternatif perbaikan yang diusulkan.

## 5.2.2 Pemilihan Alternatif Perbaikan

Pemilihan alternatif perbaikan dilakukan dengan membandingkan performansi masing – masing alternatif dengan *cost* yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan. Langkah untuk melakukan pemilihan alternatif perbaikan yaitu melakukan identifikasi kriteria performansi, melakukan penilaian terhadap performansi, dan menghitung biaya yang dibutuhkan untuk menerapkan alternatif perbaikan.

### 5.2.2.1. Kombinasi Alternatif

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai kombinasi alternatif yang mungkin pada masing – masing *improvement*.

Tabel 5. 37 Kombinasi Alternatif Perbaikan

No	Kombinasi Alternatif	Keterangan
1	0	Kondisi eksisting
2	1	Investasi alat di bagian <i>mixing</i>
3	2	Inspeksi kualitas <i>raw material</i>
4	3	Peningkatan kinerja operator
5	1,2	Investasi alat di bagian <i>mixing</i> dan inspeksi kualitas <i>raw material</i>
6	1,3	Investasi alat di bagian <i>mixing</i> dan peningkatan kinerja operator
7	2,3	Inspeksi kualitas <i>raw material</i> dan peningkatan kinerja operator
8	1,2,3	Investasi alat di bagian <i>mixing</i> , inspeksi kualitas <i>raw material</i> , dan peningkatan kinerja operator

Tabel 5.37 menunjukkan bahwa dengan tiga alternatif perbaikan dapat dilakukan delapan kombinasi alternatif. Alternatif nol adalah kondisi eksisting perusahaan, kemudian dilakukan kombinasi antara alternatif 1 dengan 2, 1 dengan 3, 2 dengan 3, dan gabungan antara kombinasi 1, 2, dan 3.

#### 5.2.2.2. Kriteria Pemilihan Alternatif

Pemilihan alternatif didasarkan pada dua kriteria, yaitu performansi dan *cost* yang dikeluarkan untuk melakukan *improvement*. Masing – masing kriteria tersebut memiliki parameter. Kriteria performansi terdiri dari tiga parameter, antara lain jumlah produksi, lama *maintenance*, dan jumlah inventori. Bobot dari masing – masing parameter tersebut yaitu :

- |                            |       |
|----------------------------|-------|
| 1. Jumlah produksi         | 0,722 |
| 2. Lama <i>maintenance</i> | 0,184 |
| 3. Jumlah inventori        | 0,094 |

Pembobotan dilakukan menggunakan metode *analytical hierarchy process* (AHP) yang dilakukan dengan melakukan penyebaran kuisisioner kepada pihak *expert* perusahaan, yaitu kepada Kepala Produksi petrokanik. Kriteria *cost* yang dibutuhkan untuk mengaplikasikan *improvement* dilakukan dengan membagi ke dalam tiga parameter, antara lain biaya energi, biaya tenaga kerja, dan biaya investasi.

#### 5.2.2.3. Biaya Alternatif

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai biaya yang dibutuhkan untuk melakukan *improvement* pada masing – masing alternatif perbaikan. Parameter yang digunakan terdiri dari biaya energi, biaya tenaga kerja, dan biaya investasi. Penghitungan biaya alternatif dilakukan untuk keseluruhan alternatif perbaikan, baik dari alternatif nol (kondisi eksisting), alternatif 1, 2, 3, maupun alternatif pada masing – masing kombinasi.

##### 1. Alternatif Nol

Alternatif nol merupakan kondisi eksisting dari perusahaan sebelum dilakukan *improvement*. Berikut ini adalah penghitungan biaya operasional untuk kondisi eksisting perusahaan pada setiap bulannya. Biaya energi terdiri dari biaya listrik yang dikeluarkan perusahaan per bulan. Biaya tenaga kerja merupakan gaji yang diberikan kepada 33 karyawan sesuai UMR Gresik Rp 3.042.500,00.



Tabel 5. 38 Biaya Produksi Eksisting

No	Variabel Biaya	Jumlah
1	Biaya energi	Rp 28,441,800.00
2	Biaya tenaga kerja	Rp 100,402,500.00
3	Biaya investasi	-
<b>Total</b>		<b>Rp 128,844,300.00</b>

Hasil Tabel 5.38 menunjukkan bahwa biaya produksi eksisting per bulan untuk produksi petrogekanik adalah Rp 128.844.300,00.

## 2. Alternatif 1

Biaya alternatif 1 dilakukan dengan menjumlahkan biaya produksi eksisting dengan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan *improvement* menggunakan alternatif 1. Tabel 5.39 adalah perhitungan biaya alternatif 1.

Tabel 5. 39 Biaya Alternatif 1

No	Variabel Biaya	Jumlah
1	Biaya eksisting	Rp 128,844,300.00
2	Biaya energi	Rp -
3	Biaya tenaga kerja	Rp -
4	Biaya investasi	Rp 2,400,000.00
<b>Total</b>		<b>Rp 131,244,300.00</b>

Dari hasil pada Tabel 5.39 menunjukkan bahwa total biaya untuk alternatif 1 adalah Rp 131.244.300,00. Biaya investasi didapatkan dari hasil pembelian timbangan duduk digital dengan kapasitas 1000 kg. Biaya energi tidak dibutuhkan karena timbangan digital tidak menggunakan energi listrik. Kemudian biaya tenaga kerja juga Rp 0 karena tidak dibutuhkan penambahan tenaga kerja. Tenaga kerja yang digunakan adalah operator yang ada di bagian *mixing*.

## 3. Alternatif 2

Biaya alternatif 2 dilakukan dengan menjumlahkan biaya produksi eksisting dengan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan *improvement* menggunakan alternatif 2. Tabel 5.40 adalah perhitungan biaya alternatif 2.

Tabel 5. 40 Biaya Alternatif 2

No	Variabel Biaya	Jumlah
1	Biaya eksisting	Rp 128,844,300.00
2	Biaya energi	Rp -
3	Biaya tenaga kerja	Rp -
4	Biaya investasi	Rp 7,350,000.00
<b>Total</b>		<b>Rp 136,194,300.00</b>

Total biaya alternatif yang dibutuhkan untuk menerapkan alternatif 2 adalah Rp 136.194.300,00. Tidak terdapat biaya energi karena pembuatan divisi baru tidak membutuhkan biaya energi. Biaya tenaga kerja juga tidak dibutuhkan karena tenaga kerja menggunakan orang yang telah ada di bagian *quality control* sebelumnya. Tabel 5.41 adalah rincian biaya investasi yang digunakan untuk variabel biaya investasi.

Tabel 5. 41 Rincian Biaya Investasi Alternatif 2

No	Variabel Biaya	Jumlah
1	Alat dan Bahan	Rp 5,000,000.00
2	Kursi	Rp 650,000.00
3	Meja	Rp 400,000.00
4	Almari	Rp 1,300,000.00
<b>Total</b>		<b>Rp 7,350,000.00</b>

#### 4. Alternatif 3

Biaya alternatif 3 dilakukan dengan menjumlahkan biaya produksi eksisting dengan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan *improvement* menggunakan alternatif 3. Tabel 5.42 adalah perhitungan biaya alternatif 3.

Tabel 5. 42 Biaya Alternatif 3

No	Variabel Biaya	Jumlah
1	Biaya eksisting	Rp 128,844,300.00
2	Biaya energi	Rp 160.00
3	Biaya tenaga kerja	Rp -
4	Biaya investasi	Rp 332,600.00
<b>Total</b>		<b>Rp 129,177,060.00</b>

Alternatif 3 adalah peningkatan kinerja operator melalui pembuatan *form* pengawasan pekerjaan operator di lantai produksi. Untuk menerapkan alternatif 3 hanya dibutuhkan investasi berupa kebutuhan untuk pembelian kertas dan pengadaan tinta printer. Pembelian kertas membutuhkan biaya sebanyak Rp 132.600,00 per bulan untuk pembelian 3 rim kertas, sedangkan tinta yang dibutuhkan adalah Rp 200.000,00 per bulan. Sehingga, total biaya investasi adalah Rp 332.600,00. Biaya listrik didapatkan dari besarnya biaya yang dibutuhkan untuk mencetak *form* pengawasan pada setiap bulan. Pemakaian selama 1 jam per hari untuk mencetak *form* menggunakan daya printer sebesar 11 Watt dengan biaya per bulan Rp 160,00. Biaya tenaga kerja untuk alternatif 3 tidak dibutuhkan karena pekerjaan pengawasan tidak membutuhkan pekerja tambahan dan hanya dilakukan oleh *supervisor* pabrik petrokanik. Dari hasil Tabel 5.42 menunjukkan bahwa jumlah biaya yang dibutuhkan untuk alternatif 3 adalah Rp 129.177.060,00.

#### 5. Alternatif 1,2

Penghitungan kebutuhan biaya kombinasi alternatif 1,2 yaitu dengan menambahkan biaya eksisting dengan biaya tambahan pada alternatif 1 dan biaya tambahan pada alternatif 2.

Tabel 5. 43 Biaya Alternatif Kombinasi 1,2

No	Variabel Biaya	Jumlah
1	Biaya eksisting	Rp 128,844,300.00
2	Biaya alternatif 1	Rp 2,400,000.00
3	Biaya alternatif 2	Rp 7,350,000.00
<b>Total</b>		<b>Rp 138,594,300.00</b>

Total biaya untuk kombinasi alternatif 1,2 adalah Rp 138.594.300,00.

#### 6. Alternatif 1,3

Penghitungan kebutuhan biaya kombinasi alternatif 1,3 yaitu dengan menambahkan biaya eksisting dengan biaya tambahan pada alternatif 1 dan biaya tambahan pada alternatif 3.

Tabel 5. 44 Biaya Alternatif Kombinasi 1,3

No	Variabel Biaya	Jumlah	
1	Biaya eksisting	Rp	128,844,300.00
2	Biaya alternatif 1	Rp	2,400,000.00
3	Biaya alternatif 3	Rp	332,760.00
<b>Total</b>		<b>Rp</b>	<b>131,577,060.00</b>

Total biaya untuk kombinasi alternatif 1,3 adalah Rp 131.577.060,00.

#### 7. Alternatif 2,3

Penghitungan kebutuhan biaya kombinasi alternatif 2,3 yaitu dengan menambahkan biaya eksisting dengan biaya tambahan pada alternatif 2 dan biaya tambahan pada alternatif 3.

Tabel 5. 45 Biaya Alternatif Kombinasi 2,3

No	Variabel Biaya	Jumlah	
1	Biaya eksisting	Rp	128,844,300.00
2	Biaya alternatif 2	Rp	7,350,000.00
3	Biaya alternatif 3	Rp	332,760.00
<b>Total</b>		<b>Rp</b>	<b>136,527,060.00</b>

Total biaya untuk kombinasi alternatif 1,3 adalah Rp 136.527.060,00.

#### 8. Alternatif 1,2,3

Penghitungan kebutuhan biaya alternatif kombinasi 1,2,3 adalah dengan menambahkan biaya eksisting, biaya tambahan alternatif 1, biaya tambahan alternatif 2, dan biaya tambahan alternatif 3.

Tabel 5. 46 Biaya Alternatif Kombinasi 1,2,3

No	Variabel Biaya	Jumlah	
1	Biaya eksisting	Rp	128,844,300.00
	Biaya alternatif 1	Rp	2,400,000.00
2	Biaya alternatif 2	Rp	7,350,000.00
3	Biaya alternatif 3	Rp	332,760.00
<b>Total</b>		<b>Rp</b>	<b>138,927,060.00</b>

Tabel 5.46 menunjukkan bahwa total biaya untuk kombinasi 1,2,3 adalah Rp 138.927.060,00

#### 5.2.2.4. Pemilihan Alternatif Terbaik

Setelah dilakukan penghitungan biaya pada masing – masing alternatif perbaikan, maka langkah selanjutnya adalah memilih alternatif terbaik dengan membandingkan antara hasil performansi dengan biaya untuk alternatif perbaikan. Performansi alternatif dinilai dengan menggunakan kriteria pemilihan alternatif yang telah ditetapkan sebelumnya yaitu jumlah produksi (A), lama *maintenance* (B), dan jumlah inventori (C). Penilaian terhadap ketiga kriteria tersebut dilakukan dengan wawancara kepada *expert* perusahaan dengan menentukan bobot pada tiap kriteria. Tabel 5.47 adalah tabel pemilihan alternatif perbaikan menggunakan konsep *performance* dan *cost*.

Tabel 5. 47 Penilaian Kriteria Alternatif Perbaikan

Kombinasi Improvement	Kriteria Performansi			Performansi (P)	Cost (C)	Value
	A	B	C			
	0.722	0.184	0.094			
0	7	6	6	6.722	Rp 128,844,300.00	1.000
1	8	7	8	7.816	Rp 131,244,300.00	1.141
2	8	8	7	7.906	Rp 136,194,300.00	1.113
3	9	8	8	8.722	Rp 129,177,060.00	1.294
1,2	9	8	8	8.722	Rp 138,594,300.00	1.206
1,3	8	8	8	8	Rp 131,577,060.00	1.165
2,3	8	8	8	8	Rp 136,527,060.00	1.123
1,2,3	9	9	9	9	Rp 138,927,060.00	1.242

Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk rasio performansi dan *value* pada alternatif 1.

$$\text{Rasio} = \frac{\text{Cost alternatif}}{\text{Performansi alternatif}} \quad (5.1)$$

$$\text{Rasio} = \frac{128.244.300}{6,722} = 19.167.554$$

$$Value = \frac{\text{Performansi} \times \text{Rasio}}{\text{Cost}} \quad (5.2)$$

$$Value = \frac{7,816 \times 19.167.554}{131.244.300} = 1,141$$

Pemilihan alternatif dilakukan untuk alternatif yang memiliki *value* paling besar. Dari hasil Tabel 5.46 menunjukkan bahwa alternatif terpilih adalah alternatif 3 dengan *value* sebesar 1,294. Alternatif 3 adalah peningkatan kinerja operator yang terdiri dari pembuatan *form* pengawasan untuk mengetahui hasil kinerja operator, pembuatan *form* pengawasan untuk hasil aktivitas *cleaning* yang dilakukan, dan pembuatan *form* pengawasan untuk mengetahui kesesuaian kerja operator dengan SOP yang ada. Desain *form* pengawasan terdapat pada bagian Lampiran 4.

Dari hasil alternatif terpilih tersebut dapat dilakukan penyusunan untuk kelebihan dan kekurangan dari penerapan *improvement* melalui diskusi dengan pihak perusahaan yang memahami kondisi dari produksi petrokanik. Tabel 5. 48 dan Tabel 5. 49 adalah tabel kelebihan dan kekurangan dari alternatif terpilih.

Tabel 5. 48 Kelebihan dan Kekurangan Hasil Perbaikan

No	Deskripsi <i>Improvement</i>	Kelebihan	Kelemahan
1	Pembuatan <i>form</i> pengawasan untuk mengetahui hasil performansi kinerja operator	Peningkatan kualitas kerja operator	Dibutuhkan biaya tambahan untuk pengadaan <i>form</i> pengawasan
		Mengetahui kecakapan operator dan tindak lanjut yang akan dilakukan untuk mengembangkan kemampuan operator apabila kurang memiliki <i>skill</i> yang baik	Kesalahan pencatatan dan rekap hasil kerja operator
		Peningkatan performansi kinerja operator	Potensi kehilangan data <i>form</i> pengawasan untuk penilaian kerja operator
2	Pembuatan <i>form</i> pengawasan untuk hasil aktivitas <i>cleaning</i> yang dilakukan	<i>Breakdown</i> mesin berkurang	Kesalahan pencatatan dan rekap hasil produksi harian, aktivitas <i>cleaning</i> , dan <i>maintenance</i> mesin
		Pengurangan biaya untuk <i>maintenance</i> mesin	Potensi kehilangan data <i>form</i> pengawasan

Tabel 5. 49 Kelebihan dan Kekurangan Hasil Perbaikan (Lanjutan)

No	Deskripsi <i>Improvement</i>	Kelebihan	Kelemahan
	Pembuatan <i>form</i> pengawasan untuk hasil aktivitas <i>cleaning</i> yang dilakukan	Mengetahui aktivitas <i>cleaning</i> yang telah dilakukan dan mesin kritis yang paling sering mengalami <i>breakdown</i>	Dibutuhkan biaya tambahan untuk pengadaan <i>form</i> pengawasan
		Peningkatan hasil produksi harian	-
3	Pembuatan <i>form</i> pengawasan untuk mengetahui kesesuaian kerja operator dengan SOP yang ada	Pengurangan jumlah <i>defect</i>	Potensi kehilangan data <i>form</i> pengawasan
		Pengurangan jumlah <i>rework</i>	Dibutuhkan biaya tambahan untuk pengadaan <i>form</i> pengawasan
		Pengurangan inventori bahan baku dan produk jadi	Berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan dalam rekapitulasi data

### 5.2.3 Target Hasil Perbaikan

Setelah dilakukan pemilihan alternatif perbaikan yaitu peningkatan kinerja operator, maka langkah selanjutnya adalah penentuan prosentase perbaikan dari segi finansial. Prosentase ini didapatkan dari hasil *brainstorming* dengan pihak *expert* perusahaan, yaitu Kepala Produksi petrokanik PT Petrokimia Gresik.

#### 1. Waste Defect

Tabel 5.50 merupakan tabel perbandingan kondisi eksisting dan perbaikan pada *waste defect* setelah dilakukan perbaikan. Jumlah produksi merupakan salah satu kriteria dari penentuan alternatif perbaikan yang masuk dalam kategori *waste defect*. Dari hasil *brainstorming* dengan pihak *expert* perusahaan dapat diketahui bahwa jumlah produksi hasil *improvement* akan meningkat sebesar 29% dari kondisi eksisting. Selama enam periode atau enam bulan, kerugian finansial akibat *waste defect* akan menurun dari Rp 245.469.197,00 menjadi Rp 174.283.130,00. Kemudian, jumlah produk *defect* pun akan menurun dari 493,17 menjadi 350,15.

Tabel 5. 50 Perbandingan Kondisi Eksisting dan Perbaikan *Defect*

Kriteria Perbaikan	Prosentase Perbaikan	Kerugian Finansial (Rp)		Jumlah <i>Defect</i> (Ton)	
		Eksisting	Perbaikan	Eksisting	Perbaikan
Jumlah Produksi	29%	245,469,197	174,283,130	493.17	350.15

## 2. *Waste Waiting*

Tabel 5.51 merupakan tabel perbandingan kondisi eksisting dengan perbaikan dari *waste waiting*. Lama *maintenance* adalah salah satu kriteria *improvement* yang masuk dalam kategori *waste waiting*. Prosentase perbaikan dari lama *maintenance* yang masuk ke dalam kategori *waste waiting* adalah 33%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *improvement* terpilih mampu mereduksi kerugian finansial dari Rp 446.915.000,00 menjadi Rp 299.433.050,00 selama enam periode. Penurunan kerugian finansial diiringi dengan penurunan lama *maintenance* akibat *breakdown* mesin dari 452 jam menjadi 302,84 jam.

Tabel 5. 51 Perbandingan Kondisi Eksisting dan Perbaikan *Waiting*

Kriteria Perbaikan	Prosentase Perbaikan	Kerugian Finansial (Rp)		Lama <i>Maintenance</i> (Jam)	
		Eksisting	Perbaikan	Eksisting	Perbaikan
Lama <i>Maintenance</i>	33%	446,915,000	299,433,050	452	302

## 3. *Waste Inventori*

Tabel 5.52 adalah tabel perbandingan kondisi eksisting dan perbaikan pada *waste inventori*. Jumlah inventori adalah salah satu kriteria *improvement* yang masuk dalam kategori *waste inventori*. Prosentase perbaikan untuk kriteria ini adalah 33% dengan penurunan kerugian sebesar Rp 2.217.055,00 selama enam periode. Penurunan ini diiringi dengan penurunan kerusakan jumlah inventori dari yang sebelumnya 3,65 ton menjadi 2,44 ton.

Tabel 5. 52 Perbandingan Kondisi Eksisting dan Perbaikan Inventori

Kriteria Perbaikan	Prosentase Perbaikan	Kerugian Finansial		Jumlah Inventori (Ton)	
		Eksisting	Perbaikan	Eksisting	Perbaikan
Jumlah Inventori	33%	Rp 3,309,037	Rp 2,217,055	3.65	2.44



**(halaman ini sengaja dikosongkan)**

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 : Penghitungan Biaya Kerugian *Waste*

➤ Harga Bahan Baku

Bahan Baku	Harga per Ton
Kotoran Ayam	Rp 380.000,00
Kotoran Sapi	Rp 300.000,00
Blothong	Rp 300.000,00
Kapur Pertanian	Rp 275.000,00
<i>Mixtro</i>	Rp 7.500.000,00

➤ Penghitungan Biaya Kerugian *Waste Defect*

Periode (Bulan)	Defect (ton)	Kebutuhan Bahan Baku (Ton)					Jumlah Bahan Baku yang di- rework (Ton)
		KA	KS	Blothong	Kaptan	<i>Mixtro</i>	
1	82.53	12.38	12.38	6.60	4.13	0.83	118.84
2	79.31	11.90	11.90	6.34	3.97	0.79	114.21
3	82.89	12.43	12.43	6.63	4.14	0.83	119.35
4	99.45	14.92	14.92	7.96	4.97	0.99	143.20
5	79.02	11.85	11.85	6.32	3.95	0.79	113.78
6	69.99	10.50	10.50	5.60	3.50	0.70	100.79
<b>JUMLAH</b>	<b>493.17</b>	<b>73.98</b>	<b>73.98</b>	<b>39.45</b>	<b>24.66</b>	<b>4.93</b>	<b>710.16</b>
		<b>216.99</b>					

Periode (Bulan)	Hari untuk <i>Rework</i>	Jam untuk <i>Rework</i>	Biaya Listrik untuk <i>Rework</i> (Rp)	Biaya Tenaga Kerja (Rp)	Biaya Bahan Baku (Rp)
1	6	144	5,688,360	16,733,750	17,722,244
2	6	144	5,688,360	16,733,750	17,031,823
3	6	144	5,688,360	16,733,750	17,799,554
4	7	168	6,636,420	14,343,214	21,355,814
5	6	144	5,688,360	16,733,750	16,968,471
6	4	96	3,792,240	25,100,625	15,030,353
<b>JUMLAH</b>	<b>35.00</b>	<b>840.00</b>	<b>33,182,100</b>	<b>106,378,839</b>	<b>105,908,258</b>

➤ Biaya Energi Produksi Petroganik

No.	Mesin	Kw	Watt	Pemakaian (WH) per hari	kWh	Pra Bayar (rp/kWh)	Tarif Energi (Rp)
1	<i>Crusher</i>	15	15000	360000	360	600	216000
2	<i>Pan Granulator.</i>	22.5	22500	540000	540	600	324000
3	<i>Vibrating Screen</i>	1.1	1100	26400	26.4	485	12804
4	<i>Rotary drying</i>	11	11000	264000	264	485	128040
5	<i>Conveyor Feeding Rotary Dryer</i>	2.2	2200	52800	52.8	485	25608
6	<i>Conveyor Outlet Rotary Dryer</i>	2.2	2200	52800	52.8	485	25608
7	<i>Dillution Air Fan</i>	7.5	7500	180000	180	600	108000
8	<i>Exhaust Fan</i>	7.5	7500	180000	180	600	108000
9	<i>Printer</i>	-	11	264	0.264	485	128.04
<b>JUMLAH per hari</b>							<b>948,188</b>
<b>JUMLAH per bulan</b>							<b>28,441,928</b>

## Lampiran 2 : Kuisioner FMEA



### Kuisioner *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Kuisioner FMEA ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar risiko yang dihasilkan oleh akar penyebab masalah (*root cause analysis*) dari masing – masing pemborosan (*waste*) pada proses produksi petrokanik. Akar penyebab yang menghasilkan risiko terbesar diketahui melalui hasil penilaian terhadap *severity*, *occurrence*, dan *detection*. *Severity* merupakan nilai yang didapatkan dari besarnya akibat yang diterima oleh perusahaan jika *potensial cause* terjadi. *Occurance* merupakan probabilitas munculnya kejadian yang dihitung berdasarkan peluang munculnya kejadian gagal dari total kemungkinan. *Detection* digunakan untuk memberikan *rating* subjektif berdasarkan kemungkinan sistem untuk mendeteksi kegagalan dan penyebabnya. Berikut ini merupakan skala *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada masing – masing pemborosan (*waste*) :

#### 1 *Severity*

##### ➤ *Severity Defect*

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Sangat minor	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar < 1 % dari total produksi	2
	Waktu produksi lebih lama 10 menit dari yang seharusnya	
Minor	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar 1 % - 9 % dari total produksi	3
	Waktu produksi lebih lama 30 menit dari yang seharusnya	
Sangat rendah	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar 10 % - 19 % dari total produksi	4
	Waktu produksi lebih lama 1 jam dari yang seharusnya	

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Rendah	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar 20 % - 29 % dari total produksi	5
	Waktu produksi lebih lama 2 jam dari yang seharusnya	
Sedang	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar 30 % - 39 % dari total produksi	6
	Waktu produksi lebih lama 4 jam dari yang seharusnya	
Tinggi	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar 40 % - 49 % dari total produksi	7
	Waktu produksi lebih lama 7 jam dari yang seharusnya	
Sangat tinggi	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar 50 % - 59 % dari total produksi	8
	Waktu produksi lebih lama 1 hari dari yang seharusnya	
Berbahaya dengan peringatan	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar 60 % - 70 % dari total produksi	9
	Waktu produksi lebih lama >1 hari dari yang seharusnya	
Berbahaya tanpa peringatan	Produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> yang keluar >70 % dari total produksi	10
	Waktu produksi lebih lama >2 hari dari yang seharusnya	

➤ *Severity Waiting*

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Sangat minor	Memberikan pengaruh yang seminimal mungkin pada proses produksi tetapi dapat diabaikan	2
Minor	Berpengaruh terhadap beberapa penurunan performansi proses produksi	3
	Menyebabkan sedikit gangguan pada proses	
Sangat rendah	Menunda satu atau dua proses produksi dalam waktu singkat	4
	Menyebabkan penurunan performansi mesin secara signifikan	
Rendah	Menyebabkan gangguan pada proses produksi	5
	Tidak menimbulkan kerusakan pada proses produksi	
	Menunda proses produksi dalam waktu <30 menit	
Sedang	Menyebabkan kerusakan kecil pada proses produksi	6

## 2 Occurrence

### ➤ Occurrence Defect, Inventory

<i>Effect</i>	<i>Occurance</i>	<i>Ranking</i>
Tidak pernah	0%	1
Jarang	0 % - 5 %	2
	6 % - 10 %	3
Kadang - kadang	11 % - 15 %	4
<i>Effect</i>	<i>Occurance</i>	<i>Ranking</i>
Kadang - kadang	16 % - 20 %	5
Cukup sering	21 % - 25 %	6
Sering	26 % - 30 %	7
	31 % - 35 %	8
	36 % - 40 %	9
Sangat sering	> 40 %	10

### ➤ Occurrence Waiting

<i>Effect</i>	<i>Occurance</i>	<i>Ranking</i>
Tidak pernah	Hampir tidak pernah terjadi selama setahun	1
Jarang	Satu tahun sekali	2
	Enam bulan sekali	3
Kadang - kadang	Tiga bulan sekali	4
	Dua bulan sekali	5
Cukup sering	Satu bulan sekali	6
Sering	Dua minggu sekali	7
	Satu minggu sekali	8
	Tiga hari sekali	9
Sangat sering	Tiap hari sekali	10

## 3 Detection

### ➤ Detection Defect, Waiting, Inventory

<i>Effect</i>	<i>Detection</i>	<i>Ratin g</i>
Hampir pasti	Pemborosan langsung dapat dideteksi	1
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat mudah	Dapat dideteksi dengan inspeksi visual	2
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Pemborosan diketahui setelah terjadi pemborosan	3
	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi	
Cukup mudah	Pemborosan diketahui saat proses selesai	4



PETROKIMIA  
GRESIK

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
	Menghentikan proses produksi <60 menit	
Tinggi	Menyebabkan kerusakan pada peralatan	7
	Menghentikan proses produksi >60 menit	
Sangat tinggi	Kerusakan mesin tidak membahayakan keselamatan operator	8
	Menghentikan proses produksi hingga 1 shift	
Berbahaya dengan peringatan	Berpeluang mengganggu keselamatan operator	9
	Menghentikan proses produksi hingga 1 hari	
Berbahaya tanpa peringatan	Tingkat keparahan sangat tinggi ketika tidak ada peringatan terhadap kegagalan	10
	Menghentikan proses produksi secara total atau tidak dapat diperbaiki	

➤ *Severity Inventory*

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Sangat minor	Memberikan kerusakan bahan baku dan produk jadi yang seminimal mungkin tetapi dapat diabaikan	2
Minor	Menimbulkan kerusakan persediaan bahan baku dan produk jadi sebesar 1%	3
	Menyebabkan sedikit gangguan pada pemenuhan target produksi	
Sangat rendah	Menimbulkan kerusakan persediaan bahan baku dan produk jadi sebesar 2 - 5%	4
	Target produksi tidak terpenuhi sebesar 1 - 10%	
Rendah	Menimbulkan kerusakan persediaan bahan baku dan produk jadi sebesar 5 - 10%	5
	Target produksi tidak terpenuhi sebesar 11 - 20%	
Sedang	Menimbulkan kerusakan persediaan bahan baku dan produk jadi sebesar 11 - 15%	6
	Target produksi tidak terpenuhi sebesar 21 - 30%	
Tinggi	Menimbulkan kerusakan persediaan bahan baku dan produk jadi sebesar 16 - 20%	7
	Target produksi tidak terpenuhi sebesar 31 - 40%	
Sangat tinggi	Menimbulkan kerusakan persediaan bahan baku dan produk jadi sebesar 21 - 25%	8
	Target produksi tidak terpenuhi sebesar 41 - 50%	
Berbahaya dengan peringatan	Menimbulkan kerusakan persediaan bahan baku dan produk jadi sebesar 26 - 30%	9
	Target produksi tidak terpenuhi sebesar 52 - 60%	
Berbahaya tanpa peringatan	Menimbulkan kerusakan persediaan bahan baku dan produk jadi >30 %	10
	Target produksi tidak terpenuhi sebesar >60%	



PETROKIMIA  
GRESIK

<i>Effect</i>	<i>Detection</i>	<i>Rating</i>
	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi	
Sedang	Pemborosan diketahui ketika telah dilakukan evaluasi	5
	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi	
Cukup sulit	Dibutuhkan metode khusus untuk mendeteksi pemborosan	6
	Membutuhkan alat bantu khusus untuk mendeteksi	
Sulit	Pemborosan mulai sulit terdeteksi	7
	Membutuhkan alat bantu canggih untuk mendeteksi	
Sangat sulit	Hasil deteksi tidak akurat	8
	Membutuhkan alat bantu canggih untuk mendeteksi	
Amat sangat sulit	Pemborosan diketahui setelah dilakukan evaluasi	9
	Alat bantu tidak dapat digunakan	
Hampir tidak mungkin	Hasil deteksi tidak akurat	10
	Pemborosan tidak dapat dideteksi	

## ➤ Defect



PETROKIMIA  
GRESIK

### 4 Kuisiener FMEA Defect

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>S</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>O</i>	<i>Control</i>	<i>D</i>
Defect	Produk out of spec. (oversize, undersize)	Terjadinya produk petrogekanik <i>rework defect</i>	7	Tidak ada alat timbang di bagian <i>mixing</i>	9	Pengawasan lapangan	4
		Waktu produksi lebih panjang dari yang seharusnya	4	Beban kerja operator di bagian <i>mixing</i> terlalu berat sehingga utilitas operator menurun	3	Analisa hasil pembagian <i>job desc</i> di bagian produksi	3
		Terjadinya produk petrogekanik <i>rework defect</i>	5	Tidak ada uji laboratorium mengenai kualitas <i>raw material</i>	7	Inspeksi visual	5
		Kerugian biaya untuk melakukan perbaikan mesin	6	Aktivitas <i>cleaning</i> bagian <i>pan granulator</i> tidak dikerjakan sesuai standar kerja <i>cleaning</i>	7	Pengawasan lapangan	6
		Waktu produksi lebih panjang dari yang seharusnya	3	Kemampuan operator yang kurang	6	Pengawasan lapangan	4
		Waktu produksi lebih panjang dari yang seharusnya	3	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i>	5	Pengawasan lapangan	3



➤ **Waiting**



➤ **FMEA Waiting**

Waste	Potential Failure Mode	Potential Effect	S	Potential Causes	O	Control	D
Waiting	Kerusakan (breakdown) mesin <i>crusher</i>	Waktu produksi menjadi lebih lama	4	Operator tidak mematuhi SOP produksi mesin <i>crusher</i>	5	Pengawasan lapangan	3
		Kerusakan pada unit <i>screener</i> di mesin <i>crusher</i>	3	Kecerobohan operator ketika memilah bahan pengganggu	4	Pengawasan lapangan	1
		Meningkatkan jumlah WIP dari mesin <i>crusher</i>	2	Meningkatkan persediaan bahan baku yang telah hancur agar siap digunakan di bagian <i>mixing</i>	3	Pengawasan lapangan	2
		Kerugian biaya untuk perbaikan mesin	4	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i> di mesin <i>crusher</i>	5	Pengawasan lapangan	1
	Kerusakan (breakdown) mesin <i>pan granulator</i>	Semakin panjangnya <i>lead time</i> karena digunakan untuk melakukan perbaikan mesin	3	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i> di mesin <i>pan granulator</i>	4	Pengawasan lapangan	1
		Kerugian biaya untuk perbaikan mesin	4	Aktivitas <i>cleaning</i> bagian <i>pan granulator</i> tidak dikerjakan sesuai standar kerja <i>cleaning</i>	4	Pengawasan lapangan	3



Waste	Potential Failure Mode	Potential Effect	S	Potential Causes	O	Control	D
Waiting		Penumpukan bahan baku di mesin <i>pan granulator</i>	2	Mencapai target produksi petrokanik	3	Pengawasan lapangan	1
	Kerusakan (breakdown) mesin <i>dryer</i>	Kerugian biaya untuk perbaikan mesin	4	Operator tidak melakukan aktivitas <i>cleaning</i> di mesin <i>dryer</i> sesuai standar kerja <i>cleaning</i>	6	Pengawasan lapangan	3
		Penumpukan bahan baku setengah jadi di mesin <i>dryer</i>	3	Terjadi penumpukan steker yang berlebihan	4	Pengawasan lapangan	1
		Semakin panjangnya <i>lead time</i> produksi petrokanik	4	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>supervisor</i>	4	Pengawasan lapangan	1
	Kerusakan (breakdown) mesin <i>cooler</i>	Kerugian biaya untuk perbaikan mesin	3	Operator tidak mematuhi SOP produksi mesin <i>cooler</i>	9	Pengawasan lapangan	2
	Kerusakan (breakdown) mesin <i>screener</i>	Penumpukan bahan baku di mesin <i>screener</i>	2	Terjadi penumpukan steker yang berlebihan	4	Pengawasan lapangan	1
		Kerusakan pada saringan di mesin <i>screener</i>	4	Kurang bersihnya pemilihan barang pengganggu dari mesin <i>crusher</i>	3	Pengawasan lapangan	1
	Kerusakan (breakdown) mesin <i>packaging</i>	Kerugian biaya untuk perbaikan mesin	2	Operator tidak melakukan aktivitas <i>cleaning</i> di mesin <i>packaging</i>	2	Pengawasan lapangan	3

➤ Inventori



➤ FMEA Inventori

Waste	Potential Failure Mode	Potential Effect	S	Potential Causes	O	Control	D
Inventori	Kerusakan bahan baku	Kerugian biaya untuk pembelian bahan baku	7	Kinerja operator yang tidak mengikuti SOP produksi	7	Pengawasan di proses produksi	3
			9	Berlebihnya persediaan bahan baku	5	Pembuatan laporan rutin tentang penggunaan bahan baku	3
			4	Kurangnya kapasitas gudang bahan baku, sehingga bahan baku harus ditempatkan di luar pabrik	3	Perencanaan produksi oleh bagian PPIC	6
	Kerusakan produk jadi	Target produksi tidak terpenuhi	9	Kapasitas gudang bahan baku tidak memadai	9	Perencanaan produksi oleh bagian PPIC	5
			4	Kurangnya kapasitas gudang produk jadi sementara, sehingga produk harus ditempatkan di luar pabrik	3	Perencanaan produksi oleh bagian PPIC	6

Gresik, Juni 2016

  
Ari Primantara

### Lampiran 3 : Kuisisioner Rekomendasi Perbaikan



#### Kuisisioner Pemilihan Alternatif Perbaikan

Kuisisioner ini dilakukan untuk memilih rekomendasi alternatif perbaikan dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan penulis. Berikut ini adalah daftar rekomendasi alternatif perbaikan yang diajukan ke perusahaan.

No	Kombinasi Alternatif	Keterangan
1	0	Kondisi eksisting
2	1	Investasi alat di bagian <i>mixing</i>
3	2	Inspeksi kualitas <i>raw material</i>
4	3	Peningkatan kinerja operator
5	1,2	Investasi alat di bagian <i>mixing</i> dan inspeksi kualitas <i>raw material</i>
6	1,3	Investasi alat di bagian <i>mixing</i> dan peningkatan kinerja operator
7	2,3	Inspeksi kualitas <i>raw material</i> dan peningkatan kinerja operator
8	1,2,3	Investasi alat di bagian <i>mixing</i> , inspeksi kualitas <i>raw material</i> , dan peningkatan kinerja operator

Kemudian, Bapak/Ibu dimohon untuk mengisi kolom berikut sesuai tingkat kepentingan dari skala 1- 9. Berikut ini adalah tabel kepentingan untuk pengisian pemilihan alternatif perbaikan.

Skala Prioritas	Keterangan
1	Sama pentingnya
2	Sama hingga sedikit lebih penting
3	Sedikit lebih penting
4	Sedikit lebih hingga jelas lebih penting
5	Jelas lebih penting
6	Jelas hingga sangat jelas lebih penting
7	Sangat jelas lebih penting
8	Sangat jelas lebih penting hingga mutlak lebih penting
9	Mutlak lebih penting

Berikut adalah tabel pemilihan rekomendasi alternatif perbaikan.

Kriteria performansi terdiri dari :

- A : Jumlah produksi
- B : Lama *maintenance*
- C : Jumlah inventori

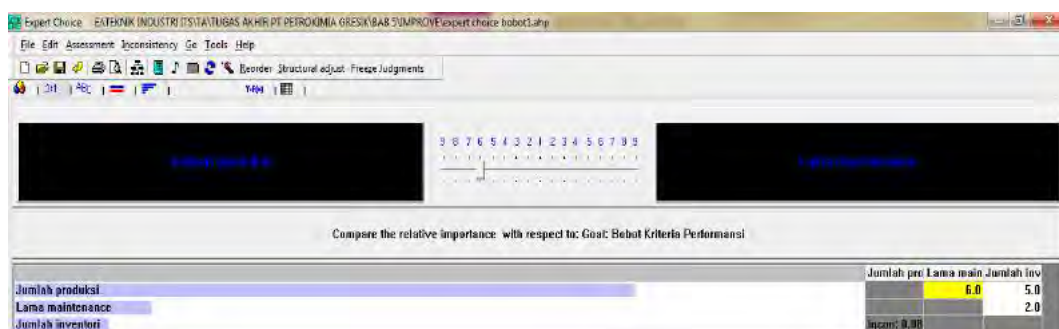
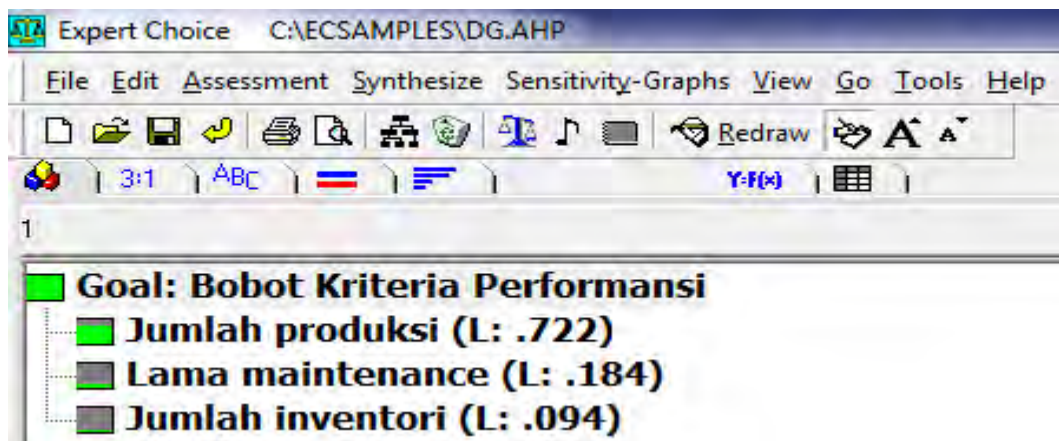
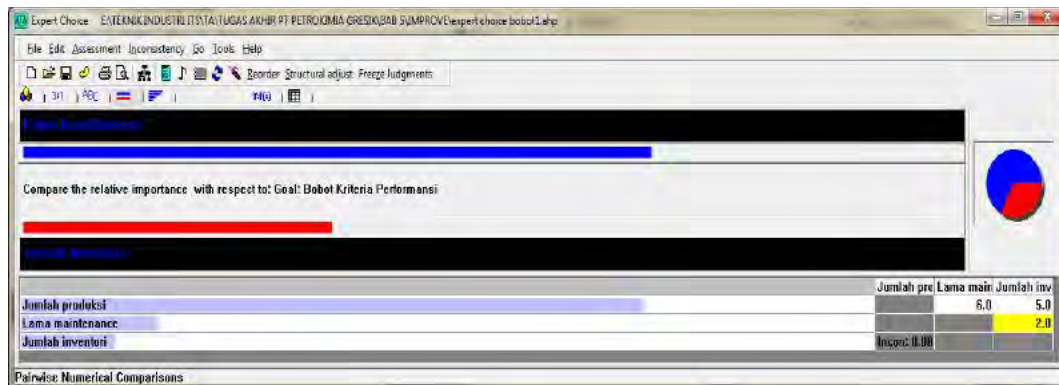


Kombinasi <i>Improvement</i>	Kriteria Performansi		
	A	B	C
	0.722	0.184	0.094
0	7	6	6
1	8	7	8
2	8	8	7
3	9	8	8
1,2	9	8	8
1,3	8	8	8
2,3	8	8	8
1,2,3	9	9	9

Gresik, Juni 2016

Ari Primantara

## Expert Choice Kriteria Improvement



#### Lampiran 4 : Desain *Form* Pengawasan Alternatif Terpilih

### PT PETROKIMIA GRESIK

Alamat : Jl. Jend. A. Yani, Gresik

Telepon : 031-3982100, 398220



Faksimili : 031-3981722, 3979976

Kotak Pos : 102 Gresik 61101

---

---

#### FORM PENILAIAN KESESUAIAN PEKERJAAN OPERATOR DENGAN SOP PRODUKSI PETROGANIK TAHUN 2016

Kepala <i>Shift</i> :	Tanggal :
<i>Shift</i> ke - :	Periode : Triwulan I/II/III/IV

No	Proses	Standard Operational Procedure (SOP)	Kesesuaian dengan SOP				
			1	2	3	4	5
1	<i>Crushing</i>	Menyalakan breaker panel pada posisi ON					
		Memasukkan bahan baku ke dalam lubang <i>crusher</i>					
		Mengisi <i>hopper</i> dengan bahan baku secara bertahap					
		Menekan tombol untuk mengeluarkan hasil <i>crusher</i>					
		Memasukkan bahan baku halus ke dalam karung					
2	<i>Mixing</i>	Menimbang bahan baku yang akan dicampur					
		Mencampur bahan baku halus sesuai <i>consumption rate</i>					
3	Granulasi	Menyalakan <i>breaker panel</i> pada posisi ON untuk memutar mesin					
		Mengisi <i>pan granulator</i> dengan bahan baku dari <i>belt conveyor mixer</i>					
		Mengaduk bahan petrokanik hingga berbentuk granul					
		Menekan tombol di mesin untuk memasukkan <i>mixtro</i> dan air					
		Mengalirkan produk granul basah ke dalam <i>belt konveyor</i>					

No	Proses	Standard Operational Procedure (SOP)	Kesesuaian dengan SOP				
			1	2	3	4	5
4	Pengeringan	Menyalakan mesin <i>burner</i> pada posisi ON					
		Menyalakan mesin untuk mengalirkan granul ke dalam mesin pendingin					
5	Pendinginan	Menyambungkan sistem pelistrikan pada mesin <i>cooler</i>					
		Menyalakan mesin untuk mengirimkan granul ke mesin <i>screener</i>					
6	Penyaringan	Menyalakan mesin <i>screener</i>					
		Memasukkan produk yang keluar dari masing - masing <i>screen</i> ke dalam karung (produk <i>oversize</i> dan <i>undersize</i> )					
		Memasukkan produk jadi ke dalam <i>hopper</i> bagian <i>packaging</i>					
7	Pengemasan	Menyalakan mesin pengemasan					
		Menyalakan mesin jahit					
		Menjahit karung produk jadi					

Skala	Keterangan	Nilai	Total Nilai
1	Sangat Tidak Sesuai	0-20	
2	Kurang Sesuai	21-40	
3	Cukup Sesuai	41-60	
4	Sesuai	61-80	
5	Sangat Sesuai	81-100	

Catatan :

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

Gresik, \_\_\_\_ 2016

Diketahui Oleh :		Disetujui Oleh :	Penilai,
Manager Produksi:	Kepala Produksi :	Kepala Pabrik	Kepala Shift
Nama :	Nama :	Nama :	Nama :

# PT PETROKIMIA GRESIK

Alamat : Jl. Jend. A. Yani, Gresik  
Telepon : 031-3982100, 398220



Faksimili : 031-3981722,3979976  
Kotak Pos : 102 Gresik 61101

## FORM PENILAIAN KERJA OPERATOR PRODUKSI PETROGANIK TAHUN 2016

<b>Nama</b> :	<b>Tanggal</b> :
<b>Job Description</b> :	<b>Periode</b> : Triwulan I/II/III/IV

No	Aspek Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
<b>1</b>	<b>Aspek Teknis</b>					
	Ketepatan waktu dalam menyelesaikan pekerjaan					
	Kemampuan mencapai target produksi perusahaan					
	Ketepatan melakukan kerja sesuai SOP					
<b>2</b>	<b>Aspek Non Teknis</b>					
	Inisiatif operator					
	Kerjasama dan koordinasi antar bagian					
<b>3</b>	<b>Aspek Kepribadian</b>					
	Perilaku operator					
	Kedisiplinan operator					
	Tanggung jawab operator					
	Ketaatan terhadap instruksi kerja dari <i>supervisor</i>					
<b>4</b>	<b>Aspek Kepemimpinan</b>					
	Koordinasi antar operator					
	Kontrol yang dilakukan antar operator					
	Kecepatan dan ketepatan pengambilan keputusan					

Skala	Keterangan	Nilai	Total Nilai
<b>1</b>	<b>Prestasi Kerja Tidak Memuaskan</b>	<b>0-20</b>	
<b>2</b>	<b>Dibutuhkan Peningkatan atau Pelatihan</b>	<b>21-40</b>	
<b>3</b>	<b>Memenuhi Harapan</b>	<b>41-60</b>	
<b>4</b>	<b>Melampaui Harapan</b>	<b>61-80</b>	
<b>5</b>	<b>Excelent / Perfect</b>	<b>81-100</b>	

**Catatan :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Gresik, \_\_\_\_\_ 2016

Diketahui Oleh :		Disetujui Oleh :	Penilai,
Manager Produksi:	Kepala Produksi :	Kepala Pabrik	Kepala <i>Shift</i>
Nama :	Nama :	Nama :	Nama :



# PT PETROKIMIA GRESIK

Alamat : Jl. Jend. A. Yani, Gresik  
Telepon : 031-3982100, 398220



Faksimili : 031-3981722, 3979976  
Kotak Pos : 102 Gresik 61101

## FORM PENGAWASAN KERJA OPERATOR UNTUK AKTIVITAS *CLEANING* PRODUKSI PETROGANIK TAHUN 2016

<b>Kepala Shift :</b>	<b>Tanggal :</b>
<b>Shift ke - :</b>	<b>Periode : Triwulan I/II/III/IV</b>

No	Aktivitas <i>Cleaning</i>	Tingkat Keparahan	Kesesuaian Aktivitas				
			1	2	3	4	5
<b>1</b>	<b>Mesin <i>Crusher</i></b>						
	Pembersihan area sekitar mesin	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Kontroling dan pembersihan lubang <i>screen</i> dari sisa bahan	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Pengecekan mur dan baut yang kendur	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Pengecekan motor penggerak, rumah <i>bearing/lager</i> , <i>kontra pully motor</i> dan as, <i>frame</i> pengunci, dan pondasi	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Kontroling kurangnya <i>grease/stempet</i> pada <i>bearing</i>	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Pengecekan kabel yang membahayakan hubungan pendek/konsleting/motor terbakar	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Pengecekan kondisi lingkungan jika ada yang membahayakan dekat alat yang berputar, seperti plastik, tali, kawat, dll	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					

No	Aktivitas <i>Cleaning</i>	Tingkat Keparahan	Kesesuaian Aktivitas				
			1	2	3	4	5
	Pembersihan <i>hopper</i> dari bahan baku sebelum aktivitas di proses <i>crusher</i> dihentikan	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Mengganti <i>screen</i> dengan diameter lubang yang lebih kecil untuk bahan baku yang terlalu halus	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
2	<b>Bagian <i>Mixing</i></b>						
	Pembersihan bahan baku yang tercecer di lantai	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	<i>Cleaning</i> lubang <i>mixing</i> tempat penyimpanan bahan baku	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
3	<b>Mesin <i>Pan Granulator</i></b>						
	<i>Cleaning</i> bahan yang menempel di mesin	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Pengecekan mur dan baut yang kendur	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Pengecekan motor penggerak, rumah <i>bearing/lager</i> , <i>kontra pully motor</i> dan as, <i>frame</i> pengunci, dan pondasi	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Kontroling kemungkinan kurangnya <i>grease/stempet</i> pada <i>bearing</i>	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Pengecekan kabel yang membahayakan hubungan pendek/konsleting/motor terbakar	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Pengecekan kondisi lingkungan jika ada yang membahayakan dekat alat yang berputar, seperti plastik, tali, kawat, kain, karung, dll	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Penambahan <i>grease/stempet</i> jika mesin bekerja penuh pada <i>gear</i> dan <i>bearing</i>	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					

No	Aktivitas <i>Cleaning</i>	Tingkat Keparahan	Kesesuaian Aktivitas				
			1	2	3	4	5
4	Mesin <i>Dryer</i> (Pengeringan)						
	Pengecekan baut yang kendur, dan merapatkan motor penggerak, <i>gear box</i> , rumah <i>bearing</i> , kontra <i>pully motor</i> dan as, <i>chain/rantai</i> , <i>blower furnace and cyclone</i> , kompor, selang dan tangki bahan bakar	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Penggantian <i>grease/stempet</i> , oli pada <i>bearing</i> , dan roda ring	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Pengecekan kondisi lingkungan jika ada yang membahayakan dekat alat yang berputar, seperti plastik, tali, kawat, kain, karung, dll	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Pembersihan <i>dryer</i> dari bahan baku sebelum dimulai operasi	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
	Pembersihan <i>chute inlet</i> , <i>cyclone</i> , dan lubang <i>dryer</i> untuk membuang produk yang tertinggal di dalam <i>dryer</i> dan <i>cyclone</i>	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
5	Mesin <i>Cooler</i> (Pendingin)						
	Pembersihan sisi bawah <i>dumper</i> dari bahan yang menempel	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					
6	Mesin <i>Screener</i>						
	Pembersihan permukaan <i>screen</i> agar <i>screen</i> tidak buntu	Normal					
		Timbul Gejala					
		<i>Breakdown</i>					

Skala	Keterangan	Nilai	Total Nilai
1	Sangat Tidak Sesuai	0-20	
2	Kurang Sesuai	21-40	
3	Cukup Sesuai	41-60	
4	Sesuai	61-80	
5	Sangat Sesuai	81-100	

**Catatan :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Gresik, \_\_\_\_\_ 2016

Diketahui Oleh :		Disetujui Oleh :	Penilai,
Manager Produksi:	Kepala Produksi :	Kepala Pabrik	Kepala <i>Shift</i>
Nama :	Nama :	Nama :	Nama :

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab 6 akan dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran dari hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan.

#### **6.1 Kesimpulan**

Berikut ini adalah kesimpulan dari hasil penelitian tugas akhir yang dilakukan.

1. Pada produksi petrokanik terdapat tiga *waste* yang teridentifikasi menggunakan E-DOWNTIME. *Waste* tersebut antara lain *defect*, *waiting*, dan inventori. Kategori *waste defect* yaitu produk dengan ukuran *out of spec* yang terdiri dari produk *oversize* dan *undersize*. Kategori *waste waiting* adalah terjadinya *breakdown* mesin akibat aktivitas *cleaning* yang belum efektif. Kemudian, kategori *waste inventori* adalah terjadinya kerusakan produk jadi dan bahan baku akibat banyaknya persediaan di lantai produksi.
2. *Waste* kritis yang terjadi di produksi petrokanik PT Petrokimia Gresik adalah *waste waiting*. Penentuan *waste* kritis didasarkan pada penghitungan kerugian dari segi finansial yang telah dilakukan pada bab 4.2 terkait *measure waste*. Semakin besar kerugian finansial yang dihasilkan, maka semakin kritis *waste* tersebut. Kerugian finansial untuk *waste waiting*, *defect*, dan inventori berturut – turut adalah Rp 446.915.000,00, Rp 245.469.197,00, dan Rp 3.309.037,00.
3. Akar permasalahan penyebab terjadinya *waste defect* adalah tidak ada alat timbang di bagian *mixing*, beban kerja operator terlalu berat, tidak ada uji laboratorium untuk bahan baku, aktivitas *cleaning* kurang efektif, kemampuan operator kurang, dan kurangnya pengawasan dari *supervisor*. Akar permasalahan *waste waiting* antara lain operator tidak mematuhi SOP, kecerobohan operator di lantai produksi, aktivitas *cleaning* kurang efektif, dan usaha untuk peningkatan hasil produksi namun tidak disesuaikan dengan ketersediaan bahan baku. Akar

permasalahan *waste* inventori adalah operator tidak mematuhi SOP dan kurangnya kapasitas gudang untuk bahan baku dan produk jadi.

4. Alternatif solusi perbaikan terpilih yang dapat diterapkan oleh perusahaan adalah alternatif 3 untuk peningkatan kinerja operator melalui pembuatan *form* pengawasan di lantai produksi. *Form* pengawasan terdiri dari 3 jenis yaitu pengukuran kinerja operator, kontroling kesesuaian pekerjaan operator dengan SOP produksi petrokanik, dan *form* pengawasan untuk aktivitas *cleaning* yang dilakukan.

## 6.2 Saran

Berikut adalah saran yang diberikan dari penelitian tugas akhir ini.

1. Perlu dilakukan *control* untuk mengetahui peningkatan hasil *improvement* yang diterapkan.
2. Pada pembuatan *big picture mapping* sebaiknya dilakukan *sampling* pengukuran waktu agar diketahui waktu produksi di tiap proses.
3. Penelitian tidak hanya dilakukan di lantai produksi petrokanik milik PT Petrokimia Gresik, tetapi juga di lantai produksi petrokanik milik mitra perusahaan agar *waste* atau pemborosan dapat diminimalisir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, B., & Fagerhaug, T. (2006). *Root Cause Analysis : Simplified Tools and Techniques*. Milwaukee: Quality Press.
- Chandler, F. (2004). *Using Root Cause Analysis to Understand Failures and Accident*. Washington DC.
- Gaspersz, V. (2007). *Organizational Excellence*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. (2002). *Pedoman Implementasi Program Six Sigma*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- George, M. L., Marl, P., Maxey, J., & Rowlands, D. (2005). *The Lean Six Sigma Pocket Tool Book*. New York: McGraw Hill.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. Lean Enterprise Research Center, Cardiff, UK.
- Kementerian Pertanian. (2013). *Sustainably Developing*. Jakarta: Kemenperind.
- McDermott, et. al. (1996). *The Basic of FMEA*. New York: 444 Park Avenue South, 7 th floor.
- McWilliams. (2010). *Introduction to Root Cause Analysis*. Purdue University: Departement of Industrial Technology College of Technology.
- Pande, P. S. (2000). *The Six Sigma Way*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Pande, P. S., Robert, P. N., & Roland, R. C. (2003). *The six sigma way*. New York: McGraw Hill.
- Permentan. (2015). *Rencana Strategis Kementrian Pertanian*. Jakarta Selatan: Kementrian Pertanian.
- PT Petrokimia Gresik. (2015). *Laporan Tahunan*. Gresik: PT Petrokimia Gresik.
- PT Petrokimia Gresik. (2016). *Prosentase Produksi Pupuk*. Gresik: PT Petrokimia Gresik.
- Pyzdek, T. (2000). *The Six Sigma Handbook*. Jakarta: Salemba Empat.
- Saaty, T. L. (1990). *The Analytic Hierarchy Process*. Pennsylvania State University.
- Wedgwood, I. (2006). *Lean Sigma : A Practitioner's Guide*. Prentice Hall.

- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking : Banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Yang, K., & El-Haik, B. (2003). *Design for Six Sigma*. New York: Mc Graw Hill Company.



## BIOGRAFI PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Indah Purnasari ini dilahirkan sejak 22 tahun yang lalu, tepatnya di Kota Jombang pada 01 Desember 1993. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Sampurno dan Ibu Susilah. Pendidikan formal yang ditempuh penulis yaitu di SDN Jombok II, SMP Negeri 1 Ngoro, SMA Negeri 3 Jombang, dan saat ini penulis menempuh jenjang pendidikan di Teknik Industri ITS angkatan 2012.

Selama di Teknik Industri ITS, penulis aktif dalam kegiatan berorganisasi maupun kegiatan kepanitiaan. Kegiatan organisasi tersebut yaitu tergabung dalam keanggotaan BEM FTI-ITS sebagai Staff Departemen Sosial Masyarakat 2013/2014 dan Kepala Biro Pengabdian Masyarakat Departemen Sosial Masyarakat pada periode 2014/2015. Selain tergabung dalam BEM FTI-ITS, penulis juga aktif dalam berbagai kegiatan kepanitiaan baik di jurusan maupun institut. Pada tahun 2015, penulis berkesempatan untuk melakukan kegiatan kerja praktik di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. Kerja praktik ini dilakukan untuk mengaplikasikan keilmuan Teknik Industri yang didapatkan di perkuliahan. Untuk kepentingan penelitian, penulis dapat dihubungi melalui nomor *handphone* 089677929264 atau melalui alamat email [indah.purnasari@ymail.com](mailto:indah.purnasari@ymail.com).